COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT TRENTE-SIXIÈME.

JANVIER — JUIN 1903.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1903

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1903.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ✻).
POINCARÉ (Jules-Henri) (O. ✻).
PICARD (Charles-Émile) (O. ✻).
APPELL (Paul-Émile) (O. ✻).
PAINLEVÉ (Paul) ✻.
HUMBERT (Marie-Georges) ✻.

SECTION II. — *Mécanique.*

LEVY (Maurice) (O. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) (O. ✻).
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (C. ✻).
LÉAUTÉ (Henry) (O. ✻).
SEBERT (Hippolyte) (C. ✻).

SECTION III. — *Astronomie.*

JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ✻).
LŒWY (Maurice) (C. ✻).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. ✻).
CALLANDREAU (Pierre-Jean-Octave) ✻.
RADAU (Jean-Charles-Rodolphe) ✻.
DESLANDRES (Henri-Alexandre) ✻.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) (O. ✻).
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ✻).
BASSOT (Jean-Léon-Antonin) (C. ✻).
GUYOU (Émile) (O. ✻).
HATT (Philippe-Eugène) (O. ✻).

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (G. O. ✵).
LIPPMANN (Gabriel) (C. ✵).
BECQUEREL (Antoine-Henri) (O. ✵).
POTIER (Alfred) (O. ✵).
VIOLLE (Louis-Jules-Gabriel) (O. ✵).
AMAGAT (Émile-Hilaire) ✵.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

TROOST (Louis-Joseph) (C. ✵).
GAUTIER (Émile-Justin-Armand) (O. ✵).
MOISSAN (Henri) (C. ✵).
DITTE (Alfred) (O. ✵).
LEMOINE (Georges) (O. ✵).
HALLER (Albin) (O. ✵).

SECTION VII. — *Minéralogie.*

FOUQUÉ (Ferdinand-André) (O. ✵).
GAUDRY (Jean-Albert) (C. ✵).
BERTRAND (Marcel-Alexandre) (O. ✵).
LÉVY (Auguste-Michel) (O. ✵).
LAPPARENT (Albert-Auguste DE) ✵.
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique.*

VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) (O. ✵).
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) (O. ✵).
GUIGNARD (Jean-Louis-Léon) ✵.
BONNIER (Gaston-Eugène-Marie) ✵.
PRILLIEUX (Édouard-Ernest) (O. ✵).
ZEILLER (Charles-René) (O. ✵).

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (C. ✻).
DUCLAUX (Pierre-Émile) (C. ✻).
MUNTZ (Charles-Achille) (O. ✻).
ROUX (Pierre-Paul-Émile) (C. ✻).
N. . . . .

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

RANVIER (Louis-Antoine) (O. ✻).
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) (O. ✻).
CHATIN (Joannès-Charles-Melchior) ✻.
GIARD (Alfred-Mathieu) ✻.
DELAGE (Marie-Yves) ✻.
BOUVIER (Louis-Eugène).

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

MAREY (Étienne-Jules) (C. ✻).
BOUCHARD (Charles-Jacques) (C. ✻).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. ✻).
ARSONVAL (Arsène D') (O. ✻).
LANNELONGUE (Odilon-Marc) (C. ✻).
LAVERAN (Charles-Louis-Alphonse) (O. ✻).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

DARBOUX (Jean-Gaston) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.

BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. C. ✻), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ✻.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (G. O. ✻).
LAUSSEDAT (Aimé) (G. O. ✻).
CARNOT (Marie-Adolphe) (O. ✻).
ROUCHÉ (Eugène) (O. ✻).
PICARD (Alfred-Maurice) (G. C. ✻).
N. . . . .

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KELVIN (Sir William THOMSON, Lord) à Glasgow (G. O. ✻).
LISTER (Lord), à Londres.
NEWCOMB (Simon) (O. ✻), à Washington.
STOKES (Sir George-Gabriel), à Cambridge.
SUESS (Édouard), à Vienne.
HOOKER (Sir Joseph-Dalton), à Kew.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginus), à Milan.
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (10).

SALMON (George), à Dublin.
SCHWARZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.
KLEIN (Félix), à Gœttingue.
CREMONA (Louis), à Rome.
MÉRAY (Hugues-Charles-Robert) (O. ✻), à Dijon.

Messieurs :

ZEUTHEN (Hieronymus-Georg), à Copenhague.
MITTAG-LEFFLER (Magnus-Gustaf), à Stockholm.
LIPSCHITZ (Rudolph-Otto-Sigismond), à Bonn.
DEDEKIND (Julius-Wilhelm-Richard), à Brunswick.
N.. . . . .

SECTION II. — *Mécanique* (10).

SIRE (Georges-Étienne) ✻, à Besançon.
CONSIDÈRE (Armand-Gabriel) (O. ✻), à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel), ✻, à Rueil.
GIBBS (J.-Willard), à New-Haven (Connecticut).
BOLTZMANN (Louis), à Vienne.
DWELSHAUVERS-DERY (Victor-Auguste-Ernest) ✻, à Liége.
BAZIN (Henry-Émile) (O. ✻), à Chenôve (Côte-d'Or).
DUHEM (Pierre), à Bordeaux.
ZEUNER (Gustav-Anton), à Dresde.

SECTION III. — *Astronomie* (16).

STRUVE (Otto-Wilhelm) (G. O. ✻), à Carlsruhe.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) (O. ✻), à Marseille.
HALL (Asaph) ✻, à Washington.
LANGLEY (Samuel-Pierpont), à Washington.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
RAYET (Georges-Antoine-Pons) (O. ✻), à Bordeaux.
PERROTIN (Henri-Joseph-Anastase) ✻, à Nice.
BACKLUND (Oskar), à Poulkova.
GILL (David), au Cap de Bonne-Espérance.
BAKHUYZEN (VAN DE SANDE) (O. ✻), à Leyde.
CHRISTIE (William-Henry), à Greenwich (Angleterre).
ANDRÉ (Charles-Louis-François) ✻, à l'Observatoire de Lyon.
BAILLAUD (Édouard-Benjamin) (O. ✻), à l'Observatoire de Toulouse.
N . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (10).

Messieurs :

TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
NANSEN (Fridtjof) (C. ✻), à Bergen (Norvège).
HELMERT (Frédéric-Robert), à Potsdam.
COLIN (le R. P. Édouard-Élie), à Tananarive.
GALLIENI (Joseph-Simon) (G. O. ✻), à Saint-Raphaël (Var).
BIENAYMÉ (Arthur-François-Alphonse), à Toulon.
NORMAND (Jacques-Augustin) (O. ✻), au Havre.
DAVIDSON (George), à San-Francisco.
OUDEMANS (Jean-Abraham-Chrétien), à Utrecht.

Section V. — *Physique générale* (10).

CROVA (André-Prosper-Paul) (O. ✻), à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William STRUTT, Lord) (O. ✻), à Essex.
BICHAT (Ernest-Adolphe) (O. ✻), à Nancy.
BLONDLOT (René-Prosper) ✻, à Nancy.
HITTORF (Wilhem), à Munster (Prusse).
VAN DER WAALS (Johannes-Diderik), à Amsterdam.
MICHELSON (Albert-A.), à Chicago.
GOUY (Georges-Louis), à Lyon.
N. . . . .
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (10).

WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
REBOUL (Pierre-Edmond) (O. ✻), à Marseille.
BAEYER (Adolf VON), à Munich.
ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ✻), à Londres.
CANNIZZARO (Stanislas) (O. ✻), à Rome.
RAMSAY (William) (O. ✻), à Londres.

Messieurs :

MENDELEEF (Dmitry-Iwanowitch), à Saint-Pétersbourg.
FISCHER (Émile), à Berlin.
SABATIER (Paul), à Toulouse.

SECTION VII. — *Minéralogie* (10).

GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ☼, à Lille.
GEIKIE (Sir Archibald), à Londres.
RICHTHOFEN (Ferdinand, baron DE), à Berlin.
TSCHERMAK (Gustav), à Vienne.
DEPÉRET (Charles-Jean-Julien), à Lyon.
ROSENBUSCH (Harry), à Heidelberg.
PERON (Pierre-Alphonse) (C. ☼), à Auxerre.
ZITTEL (Karl VON), à Munich.
ŒHLERT (Daniel) ☼, à Laval.
KLEIN (Johann-Friedrich-Carl), à Berlin.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

CLOS (Dominique) ☼, à Toulouse.
SIRODOT (Simon) (O. ☼), à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ☼, à Saint-Étienne.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior) ☼, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
SCHWENDENER (Simon), à Berlin.
PFEFFER (Wilhelm-Friedrich-Philipp), à Leipzig.
STRASBURGER (Édouard), à Bonn.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

LECHARTIER (Georges-Vital) ☼, à Rennes.
HOUZEAU (Auguste) (O. ☼), à Rouen.
ARLOING (Saturnin) (O. ☼), à Lyon.
PAGNOUL (Aimé), à Arras.
GAYON (Léonard-Ulysse), à Bordeaux.

Messieurs :

KUEHN (Julius), à Halle.
WINOGRADSKI (Serge), à Saint-Pétersbourg.
YERMOLOFF (Alexis) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
LAURENT (Émile), à Gembloux.
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

AGASSIZ (Alexandre) (O. ✻), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
SABATIER (Armand) (O. ✻), à Montpellier.
RETZIUS (Gustave), à Stockholm.
BERGH (Ludwig-Rudolph-Sophus), à Copenhague.
LANKESTER (Edwin-Ray), à Londres.
LORTET (Louis) (O. ✻), à Lyon.
MAUPAS (Émile-François), à Alger.
VAN BENEDEN (Édouard), à Liége.
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (10).

LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. ✻), à Lyon.
HERRGOTT (François-Joseph) (O. ✻), à Nancy.
ENGELMANN (Théodor-Wilhelm), à Berlin.
LEYDEN (Ernst VON), à Berlin.
MOSSO (Angelo), à Turin.
BURDON-SANDERSON (Sir John), à Oxford.
ZAMBACO (Démétrius-Alexandre) (O. ✻), à Constantinople.
CZERNY (Vincent-Joseph), à Heidelberg.
N. . . . .
N. . . . .



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 5 JANVIER 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.



M. **Bouquet de la Grye**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1902.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1903.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXXXII (1er semestre 1901) et le Tome CXXXIII (2e semestre 1901) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros de l'année 1902 ont été mis en distribution, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Mémoires des Savants étrangers. — Le Tome XXXII a été mis en distribution au mois de janvier 1902.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1902.

Membres décédés.

Section d'Astronomie : M. **Faye**, le 4 juillet.
Section de Physique générale : M. **Cornu**, le 12 avril.
Section de Minéralogie : M. **Hautefeuille**, le 8 décembre.
Section d'Économie rurale : M. **Dehérain**, le 7 décembre.
Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Filhol**, le 28 avril.

Académicien libre décédé.

M. **Damour**, le 22 septembre.

Associé étranger décédé.

M. **Virchow**, à Berlin, le 5 septembre.

Membres élus.

Section d'Astronomie : M. **Deslandres**, le 1er décembre, en remplacement de M. Faye, décédé.

Section de Physique générale : M. **Amagat**, le 9 juin, en remplacement de M. Cornu, décédé.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Bouvier**, le 7 juillet, en remplacement de M. Filhol, décédé.

Académicien libre élu.

M. **Alfred Picard**, le 3 février, en remplacement de M. Fauque de Jonquière, décédé.

Associé étranger élu.

M. **Schiaparelli**, à Milan, le 30 juin, en remplacement de M. Nordenskiöld, décédé.

Membres à remplacer.

Section de Minéralogie : M. **Hautefeuille**, décédé.
Section d'Économie rurale : M. **Dehérain**, décédé.

Académicien libre à remplacer.

M. **Damour**, décédé.

Associé étranger à remplacer.

M. **Virchow**, à Berlin, décédé.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1902.

Correspondants décédés.

Section de Géométrie : M. **Fuchs**, à Berlin, le 26 avril.
Section de Botanique : M. **Millardet**, à Bordeaux, le 14 décembre.

Correspondants élus.

Section d'Astronomie : M. **Charles André**, à Lyon, le 17 février, en remplacement de M. Gould, décédé; M. **Baillaud**, à Toulouse, le 24 février, en remplacement de M. Souillart, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Kuehn**, à Halle, le 3 mars, en remplacement de M. le marquis Menabrea, décédé; M. **Winogradsky**, à Saint-Pétersbourg, le 10 mars, en remplacement de M. Demontzey, décédé; M. **Yermoloff**, à Saint-Pétersbourg, le 17 mars, en remplacement de Sir John Bennet Lawes, décédé; M. **Émile Laurent**, à Gembloux (Belgique), le 3 juin, en remplacement de M. Marès, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Géométrie : M. **Fuchs**, à Berlin, décédé le 26 avril 1902.

Section d'Astronomie : M. **Schiaparelli**, à Milan, élu Associé étranger le 30 juin 1902.

Section de Physique générale : M. **Rowland**, à Baltimore, décédé le 16 avril 1901; M. **Amagat**, élu Membre titulaire le 9 juin 1902.

Section de Botanique : M. **Aghard**, à Lund, décédé le 17 janvier 1901; M. **Millardet**, à Bordeaux, décédé le 14 décembre 1902.

Section d'Économie rurale : Sir **Joseph Gilbert**, à Rothamsted, Saint-Albans-Station, décédé le 23 décembre 1901.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Kowalevsky**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 22 novembre 1901.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Ollier**, à Lyon, décédé le 26 novembre 1900; M. **Laveran**, à Lille, élu Membre titulaire le 20 mai 1901.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *A propos de la composition des gaz des fumerolles du mont Pelé. — Remarques sur l'origine des phénomènes volcaniques.* Note de M. **Armand Gautier** (1).

« Les gaz volcaniques des fumerolles du mont Pelé, recueillis par M. Lacroix, à la Martinique, et analysés par M. Moissan (2), si l'on fait abstraction de la vapeur d'eau et de l'air mélangé calculé d'après l'oxygène, présentaient la composition centésimale suivante :

Hydrogène sulfuré	néant
Acide carbonique	44,2
Azote.....................	10,2
Argon	2,0
Oxyde de carbone........ ...	4,6
Méthane	15,7
Hydrogène	23,3
Acétylène	néant
Hydrocarbures éthyléniques ..	néant

» Il est intéressant de remarquer que, aux proportions près (souvent assez variables pour les fumerolles d'un même volcan), cette composition répond, point par point, à celle des gaz que j'ai obtenus en chauffant dans le vide les roches cristalloïdes des terrains primitifs (granits, porphyres, ophites, lherzolithes, etc.) à la température du rouge naissant (3). J'ai trouvé que ces diverses roches donnaient dans ces conditions, outre une

(1) Cette Note a été présentée dans la séance du 29 décembre 1902.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 1085.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 61.

proportion très notable d'eau, de 6 à 16 fois leur volume de gaz répondant à la composition suivante :

	Granit (de Vire).	Porphyre (de l'Esterel).	Ophite (de Villefranque).
Hydrogène sulfuré	trace	0,00	0,45
Acide carbonique	14,80	59,25	35,71
Azote (riche en argon) (¹)	0,83	2,10	0,68
Oxyde de carbone	4,93	4,20	4,85
Méthane	2,24	2,53	1,99
Hydrogène	77,30	31,09	56,29
Acétylène et hydrocarbures éthyléniques.	néant	néant	néant

» Les divers savants qui ont fait l'examen des cendres, *lapilli* et bombes projetées par le volcan du mont Pelé, ont établi que ces déjections sont surtout formées d'une andésite riche en hypersthène, c'est-à-dire en inclusions où domine un silicate ferrosomagnésien. Or, j'ai montré que, chaque fois que les roches silicatées riches en sels ferreux sont soumises à l'action de la chaleur, elles s'altèrent et donnent lieu aux phénomènes suivants :

» 1° Une perte notable d'eau, qui se volatilise surtout au rouge. Le granit porphyrisé et séché à 250°, perd, surtout aux environs de 500° à 600°, 7 à 8 grammes d'eau par kilogramme; le porphyre 12ᵍ, l'ophyte 15ᵍ, la lherzolite 16ᵍ,8, le trachyte de 1 à 4 grammes (²).

» 2° En se dégageant de ses combinaisons cristallines à température élevée, cette eau agit sur les silicates ferreux de la roche (péridot, hypersthène, pyroxène, biotite, augite, etc.) et les fait passer à l'état de silicates ferriques ou ferrosoferriques, tandis que de l'hydrogène libre se produit en abondance aux dépens de l'eau ainsi décomposée (³). Je l'ai directement établi aussi bien pour les minéraux silicatés naturels que pour les silicates, carbonates, sulfures, etc. ferreux artificiels.

» 3° En agissant, même avant le rouge, soit sur la sidérose naturelle massive, soit sur les carbonates ferreux ou manganésiens souvent inclus en faible proportion, comme je m'en suis directement assuré, dans les

(¹) Argon variant du $\frac{1}{40}$ au $\frac{1}{100}$ du volume de l'azote.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 60. Cette eau se dégage, de la roche porphyrisée, seulement au-dessus de 300°. Une beaucoup moindre quantité se volatilise avant cette température.

(³) Bunsen avait déjà pressenti que telle était la cause des dégagements d'hydrogène qu'il observa le premier dans les fumerolles des volcans de l'Islande, mais il ne s'expliqua pas l'origine de cette eau (voir *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3ᵉ série, t. XXXVIII, p. 248 et 267).

roches des terrains primitifs ([1]), la vapeur d'eau dégage, en même temps que de l'hydrogène, de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone. Avec la sidérose de Ria, j'ai obtenu, même avant le rouge, des gaz contenant jusqu'à 36 pour 100 d'oxyde de carbone.

» 4° La décomposition par la vapeur d'eau au rouge des sulfosilicates et sulfures (particulièrement du sulfure de fer) inclus dans ces roches en faible proportion donne naissance à l'hydrogène sulfuré ([2]).

» 5° L'azote, l'ammoniaque, l'argon et très probablement l'hélium ([3]) existant dans les gaz extraits au rouge des roches cristalliniennes les plus variées, proviennent surtout de la décomposition des azotures et, sans doute, argonures et héliures inclus dans ces roches. Je l'ai directement démontré pour les azotures ([4]).

» 6° Enfin, nous savons aujourd'hui que le gaz méthane et les traces de pétrolènes que l'on extrait de ces roches au rouge, et que l'on trouve aussi dans les émanations volcaniques, proviennent de la décomposition par la vapeur d'eau de certains carbures métalliques, et particulièrement de carbures de fer (Cloez, Mendeleef, Moissan), et peut-être d'aluminium paraissant contenus en faible proportion dans les roches primitives.

» Je ne parle pas ici de l'acide chlorhydrique, etc., provenant, comme on l'a depuis longtemps établi, de la décomposition par la vapeur d'eau surchauffée des chlorures contenus dans les roches anciennes.

» Appliquée aux granits, porphyres et roches analogues, une chaleur de 500° à 600° suffit donc pour mettre en liberté leur eau de constitution qui, agissant à cette température sur les matériaux de ces roches, et en particulier sur leurs sels ferreux, en dégage un ensemble de gaz riches en hydrogène, accompagné d'hydrogène sulfuré, d'acide carbonique, d'oxyde de carbone, d'azote, d'argon, etc., en un mot les gaz mêmes que l'on a signalés dans la plupart des éruptions volcaniques ([5]).

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 189 et 194.

([2]) *Ibid.*, p. 191 et 740.

([3]) Ces deux derniers, d'après l'examen de M. Deslandres,

([4]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 932. J'ai trouvé dans ces roches divers azotures de fer. Il paraît très probable que des argonures, héliures, etc., formés autrefois sous des pressions énormes, doivent les accompagner. Ces azotures, argonures, etc. varient du reste beaucoup suivant les roches et les localités.

([5]) Voir *Santorin et ses éruptions*, par M. Fouqué, p. 226. Dans les fumerolles produites au contact de laves incandescentes, dans les volcans sous-marins par exemple, on peut trouver aussi de l'oxygène coexistant avec de l'hydrogène provenant de la dissociation de l'eau.

» Or, dans les parties profondes du sol, ce réchauffement des strates rocheuses se produit lorsque, par le tassement, l'effondrement ou la fracture des couches sous-jacentes, cédant à la pesée toujours croissante des dépôts sédimentaires de la surface ou à la pression que provoque le retrait dû au refroidissement terrestre, un nouvel équilibre tend à s'établir. Chaque fois qu'une assise des roches primitives vient alors à se réchauffer vers le rouge, soit par injection à travers ses failles de la matière incandescente interne poussée par la pression latérale des voussoirs qui la force à remonter à travers les voies de moindre résistance, soit par enfoncement ou tassement dans la masse encore fondue de couches déjà solidifiées cédant à la pression irrégulière des dépôts qui se forment au-dessus, il résulte nécessairement de cette pénétration réciproque, en même temps que le réchauffement de ces zones rocheuses, les dégagements d'eau et de gaz dont nous venons de montrer l'origine. En un mot, le réchauffement vers le rouge des roches cristalliniennes ferrugineuses profondes où s'injecte la lave est nécessairement accompagné d'un dégagement de gaz combustibles ayant tous les caractères de composition, d'origine et, comme on va le voir, de grandeur, qui s'observent dans les éruptions volcaniques.

» Calculons, en effet, pour le granit, par exemple, les quantités de vapeur d'eau et de gaz qui se produiraient si un kilomètre cube de cette roche était porté à 500° ou 600°. Un cube de 1 kilomètre de côté n'est, en somme, qu'une masse bien petite dans l'immense volume des couches terrestres, ou vis-à-vis du cubage des Alpes, ou simplement comparé à quelques-uns des effondrements historiques, tels que celui du Grand Runn, près du golfe de Cutch, dans l'Inde, qui, en 1819, engloutit dans la mer un volume d'environ 15 kilomètres cubes.

» D'après mes expériences, 1 kilogramme de granit porté au rouge donne 10^{g} d'eau, dont 7^{g} à 8^{g} vers le rouge, et un volume de gaz égal à 6 à 7 fois celui de la roche. 1 mètre cube de granit pesant 2664^{kg} donnera donc $26^{kg},640$ d'eau, et 1 kilomètre cube en fournira 26 640 000 tonnes, ou plus de 26 millions de mètres cubes.

» En même temps il se fera (toujours d'après les nombres résultant de mes observations) $6,7 \times 1\,000\,000\,000$ ou près de 7 milliards de mètres cubes de gaz calculés à 15°, gaz presque tous combustibles, dont il faut tripler le volume à la température du rouge à laquelle ils sont produits [1].

---

(1) 1 litre de vapeur d'eau calculé à 0° et porté à 1000° occupe $3^{l},66$; 1 cent. cube d'eau à 1000° produit $4^{l},542$ de vapeur.

On peut juger par ces nombres des pressions formidables dues à ces réactions provoquées par le simple réchauffement des roches profondes.

» Ces gaz originaires de la décomposition de la vapeur d'eau par les silicates ferreux en particulier, contiennent en moyenne, d'après mes analyses, dans le cas du granit, 79 pour 100 d'hydrogène. 1 mètre cube en contiendra donc 790 litres. On voit, par le calcul ci-dessus, que les gaz formés par le seul réchauffement de 1 kilomètre cube de granit contiendront 5 293 millions de mètres cubes d'hydrogène, qui, en brûlant à l'air, donneront le même volume de vapeur d'eau. Cette vapeur pesant $0^g,806$ par litre, il se fera encore, de ce chef, 4 266 000 tonnes d'eau.

» Par le seul réchauffement au rouge naissant de cette quantité de roche granitique (et c'est le granit qui émet le moins de gaz et d'eau) il devra donc se produire, partie à l'état de vapeur sortant directement des entrailles du sol, partie à l'état d'hydrogène brûlant à l'air, 31 millions environ de tonnes d'eau.

» C'est la masse d'eau qui coule en 12 heures à Paris, dans le lit de la Seine, avec le débit moyen de 694 mètres cubes *à la seconde*.

» On voit que pour expliquer l'origine de l'eau des volcans, la nature des gaz qu'ils rejettent, et la violence des phénomènes éruptifs, il n'est nécessaire, ni de faire intervenir la pénétration des eaux de la mer jusqu'au feu central, ni d'invoquer les réactions internes qui peuvent encore s'y produire, réactions fort hypothétiques, car elles ont probablement atteint leur état d'équilibre définitif depuis les millions d'années que les matériaux terrestres sont portés à l'incandescence. Mais il suffit, pour qu'il se produise ces éruptions gazeuses d'eau et de gaz combustibles caractérisant les volcans, que les dépôts de roches sédimentaires, toujours décroissants sur les continents et croissants sur le fond des mers, se répartissent inégalement à la surface du Globe et que les formes internes se modifient elles-mêmes lentement ou brusquement sous l'effet de ces pressions, pour que les strates profondes se réchauffent de quelques centaines de degrés au contact des parties centrales encore fondues qui pénètrent à travers toutes leurs fissures. Le dégagement des gaz volcaniques avec leur composition et leur pression formidable sera la conséquence nécessaire de ce simple réchauffement. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvel examen des objections de M.* A. Leduc *relatives à la proportion d'hydrogène aérien;* par M. **Armand Gautier**.

« Des densités des gaz de l'air et de l'air lui-même, M. Leduc a essayé de déduire la composition de l'air en poids ([1]), mais il veut en même temps démontrer que ses calculs ne s'accordent pas avec l'existence dans l'atmosphère des $\frac{19}{100000}$ d'hydrogène libre que j'y ai trouvé.

» Acceptant les densités des gaz de l'air données par M. A. Leduc lui-même, j'ai démontré l'erreur de son raisonnement ([2]) :

» En effet, dans les deux équations (1) et (2) d'où il part (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 860 et 861), il y a confusion sous le même symbole d' (densité de l'azote) de deux valeurs différentes :

» Dans l'équation (1), d' représente la densité expérimentale de l'azote atmosphérique tel qu'on le prépare en faisant passer l'oxygène de l'air sur le cuivre au rouge.

» Dans l'équation (2), d' représente la densité de cet azote telle qu'on l'eût trouvée s'il eût été privé de ses impuretés combustibles, et spécialement de la fraction ε d'hydrogène qui l'accompagne dans l'air, fraction ε, que M. Leduc fait intervenir dans cette même équation (2).

» M. Leduc se trompe en admettant que ces deux d' se confondent, parce que l'air qui lui a servi à préparer l'azote dont il a pris la densité, passait, avant d'être recueilli, sur une colonne de *dix centimètres* d'oxyde de cuivre au rouge.

» J'ai établi ([3]), au contraire, que lorsque l'air circule lentement sur cet oxyde, même sur une longueur de *trente centimètres d'oxyde de cuivre porté au rouge vif*, une partie très notable de l'hydrogène et du méthane qu'il contient échappent à la combustion grâce à leur extrême dilution. Dans la préparation de l'azote atmosphérique par le cuivre au rouge, telle que la décrit M. Leduc, une grande partie des gaz combustibles de l'air passe donc avec l'azote et en diminue la vraie densité δ.

» Quant à la persistance, en quantité pondérable, d'hydrogène occlus ou combiné dans du cuivre réduit sur lequel on a fait circuler préalable-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 860.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 1026 et 1028.

([3]) *Ann. Chim. Phys.*, 7e série, t. XXII; p. 34, 36 et 41.

ment au rouge plusieurs litres d'air, je pense que les chimistes ne l'admettront pas sans preuves péremptoires. »

TOPOGRAPHIE. — *De l'emploi du stéréoscope en Topographie et en Astronomie.* Note de M. le Colonel LAUSSEDAT.

« J'ai eu déjà souvent l'occasion d'entretenir l'Académie des travaux topographiques entrepris aujourd'hui dans la plupart des pays civilisés, à l'aide de la Photographie. Sans parler de nos premiers essais fort anciens, j'ai apporté ici, assez récemment, plusieurs spécimens des belles cartes exécutées au Canada et, en dernier lieu, une réduction au $\frac{1}{144000}$ du tracé de la partie du chemin de fer transsibérien comprise entre le lac Baïkal et la frontière de Chine, tracé dont les études ont été faites exclusivement à l'aide de la Photographie, par l'ingénieur russe M. Thilé.

» Je mets aujourd'hui sous les yeux de l'Académie plusieurs feuilles de la carte à $\frac{1}{200000}$ de l'empire autrichien que M. le Colonel Baron von Hübl, chef du groupe technique de l'Institut militaire géographique de Vienne, a bien voulu m'adresser, en y faisant teinter en rose les parties qui ont été exécutées par la méthode photogrammétrique. La surface totale du terrain levé jusqu'à présent par cette méthode ne comprend pas moins de 2000^{km^2}, et M. le Colonel von Hübl se félicite beaucoup de la rapidité et de l'exactitude des résultats ainsi obtenus dans des régions qui seraient souvent difficiles à explorer si l'on s'en tenait aux anciennes méthodes.

» Ce savant officier a exécuté lui-même le lever du glacier de Karlseisfeldes, dans le Salzkammergut, d'une superficie de 600^{ha} environ. Je vous présente la belle carte de ce glacier dessinée à l'échelle de $\frac{1}{10000}$ avec des courbes de niveau de 25^m en 25^m accompagnée, à titre de spécimens, de trois des douze photographies qui ont suffi à sa construction, et j'ajoute que la *précision absolue* de ce travail ne saurait être mise en doute, car l'auteur a vérifié l'identité des points reconnus sur les vues que l'on combine deux à deux, en les soumettant au *criterium* du Dr Hauck, de Charlottenburg, et ceux qui en voudraient prendre la peine pourraient en faire autant en présence des photographies.

» Ce préambule n'était peut-être pas inutile pour faire apprécier le degré de perfectionnement auquel on est déjà parvenu avec la méthode ordinaire qui suppose des stations suffisamment éloignées les unes des autres pour que les lignes de visée projetées sur le plan se rencontrent sous des angles

convenables. Mais cette condition n'est plus aussi indispensable à remplir à présent dans tous les cas, grâce, d'une part, à la perfection et à la finesse des images photographiques et, de l'autre, aux propriétés de la stéréoscopie.

» Nous avions bien déjà songé nous-même, en traçant les courbes de niveau sur nos plans, à recourir à la stéréoscopie pour mieux nous rendre compte des formes du terrain; mais on est allé bien plus loin dans ces derniers temps en développant et en mettant à profit une idée très simple de Helmholtz.

» L'illustre physicien avait en effet imaginé un instrument qu'il appelait *téléstéréoscope* et qui a donné naissance à plusieurs autres au nombre desquels nous signalerons d'abord le *télémètre stéréoscopique*, habilement construit à Iéna sous la direction de M. le Dr Pulfrich. Ce télémètre est composé essentiellement de deux lunettes, deux fois coudées chacune, aux foyers desquelles sont disposées des séries de points, tracés de manière à constituer stéréoscopiquement une échelle d'éloignement.

» En dirigeant l'appareil sur un objet du paysage et en amenant l'échelle sur l'image de cet objet, on lit immédiatement la distance.

» Malgré l'intérêt que présente cet instrument, je ne m'y arrêterai pas ici et je me contenterai même de faire remarquer que, sans parler du grossissement des lunettes, leur écartement comparé à celui des yeux de l'observateur suffirait pour accroître beaucoup les effets du relief produits habituellement par la vision binoculaire simple. On estime en effet seulement à 450^m environ la distance des objets qui, dans un paysage, se détachent encore sur le fond du tableau plan que semblent former ceux qui sont plus éloignés. Cette distance correspond à une parallaxe angulaire d'une demi-minute, l'écartement des yeux pris pour base étant de $0^m,065$ en moyenne.

» Si l'on agrandit artificiellement cette base, la distance des objets vus en relief croîtra elle-même proportionnellement.

» Au lieu des miroirs ou des lunettes disposés à droite et à gauche de l'observateur dans le téléstéréoscope ou dans le télémètre stéréoscopique dont l'écartement ne procurait encore qu'une base relativement petite, on a photographié le paysage de deux stations dont la distance est encore très réduite, si on la compare aux côtés d'une triangulation, mais qui peut être de plusieurs mètres ou dizaines de mètres et, dans certains cas même, atteindre et dépasser 100^m.

» Les deux photographies rapprochées l'une de l'autre et placées dans

un stéréoscope donnent aussitôt une sensation du relief du terrain et de tout ce qui le recouvre tel qu'il est permis d'en comparer l'effet à celui que produirait la vue d'un modèle solide exécuté à une petite échelle dont le rapport est celui de l'écartement des yeux à la distance des deux stations, c'est-à-dire à la longueur de la base artificielle.

» Il y aurait ici deux réserves à faire. La première, c'est qu'à mesure que cette base augmente, si l'on voit en relief des objets de plus en plus éloignés, ceux qui sont rapprochés deviennent moins nets, l'accommodation de la vue et l'angle de convergence des axes des deux yeux ne pouvant pas sans peine varier à la fois. Il y a, par suite, deux limites entre lesquelles se trouve compris notre modèle en relief : un premier plan de front dont la distance à l'observateur dépend de la grandeur de la base et celui que nous avons déjà appelé le *fond du tableau* (¹). L'autre réserve se rapporte au défaut d'aptitude, à voir en relief dans un stéréoscope, dont sont affectées beaucoup de personnes.

» M. le Dr Pulfrich a construit, pour constater ce défaut, un très ingénieux *tableau d'épreuves* qui est déjà entre les mains de beaucoup d'oculistes.

» Ces sortes de modèles en relief que donnent les vues stéréoscopiques prises aux extrémités d'une base convenable ont suggéré à plusieurs personnes l'idée de les employer à la construction immédiate des plans topographiques et à celle des courbes de niveau.

» Il y a déjà plusieurs années que deux savants allemands, le Dr Stolze et Mach, y avaient songé; mais plus récemment, en France, M. Cazes, Répétiteur général au lycée Saint-Louis, M. le Dr Pulfrich, à Jéna, M. Fourcade, du Service forestier au cap de Bonne-Espérance, enfin l'Arpenteur général du Canada, M. E. Deville, ont donné de cet intéressant problème, et indépendamment les uns des autres, plusieurs solutions ingénieuses.

» Je ne pourrais pas entrer ici dans tous les détails nécessaires à la description des appareils, les uns réalisés, les autres encore en projet, destinés à atteindre le but; je me bornerai donc à mettre sous les yeux de l'Académie quelques figures qui représentent deux types principaux de ces appareils.

(¹) C'est l'espace compris entre ces deux plans que M. L. Cazes a désigné sous le nom de *relief total* (L. CAZES, *Stéréoscopie de précision*. Paris, Ph. Pellin, éditeur, 1895). D'après le même auteur, le plan de front se trouve à environ cinq fois la longueur de la base.

» Le premier, de M. le Dr Pulfrich, désigné sous le nom de *stéréo-comparateur,* comprend, indépendamment d'un stéréoscope à miroirs pour l'examen d'ensemble du paysage, un microscope redresseur binoculaire dont la disposition rappelle celle du télémètre stéréoscopique qui sert à mesurer micrométriquement les trois coordonnées des objets : hauteur, largeur et distance, par la parallaxe. Les positions des points à relever et à rapporter sur le plan et leurs cotes se déterminent ensuite par le calcul.

» Le second appareil métrostéréoscopique, celui de M. E. Deville, est un stéréoscope de Wheatstone accompagné d'un traceur qui se compose d'un écran percé d'un trou produisant l'effet d'un point lumineux ou d'un repère mobile. L'opérateur peut déplacer cet écran ou plutôt le repère en le maintenant en contact avec la surface du modèle en relief *virtuel* du paysage formé par le stéréoscope. A l'aplomb du trou correspond la pointe d'un crayon qui suit et trace toutes les sinuosités de ce contact et, moyennant certaines conditions de réglage, ces sinuosités deviennent les courbes de niveau du modèle, c'est-à-dire celles du terrain, à l'échelle déterminée comme nous l'avons dit.

» L'appareil proposé par M. Fourcade est tout à fait analogue au stéréo-comparateur et les conditions de son emploi sont les mêmes.

» Celui de M. Cazes est encore à l'étude, mais l'auteur, d'après les essais qu'il a déjà faits, « compte obtenir une précision de même ordre » que celle que l'on obtient par la méthode habituelle des intersec- » tions ».

» Enfin, sous le nom de *stéréoplanigraphe,* M. le Dr Pulfrich étudie aussi, en ce moment même, un instrument du genre de celui de M. E. Deville qui permettra, pense-t-il, d'éviter certains inconvénients que lui semble présenter ce dernier. J'ai reçu hier du Dr Pulfrich un croquis de cet instrument et les premiers essais de courbes tracées, à l'aide d'un stéréoplanigraphe improvisé, d'après deux vues prises en pays de montagnes et, sans les avoir autrement étudiés, j'ai apporté ici ces documents pour montrer avec quelle persévérance on poursuit partout la solution d'une question dont l'intérêt ne saurait, en effet, échapper à personne.

» Je crois devoir les signaler particulièrement à l'attention des explorateurs, des géologues, des aéronautes, des topographes et même à celle des hydrographes, la longueur des bâtiments devenant plus que suffisante pour permettre d'y installer deux appareils identiques qui fonctionneraient instantanément et simultanément à l'aide d'un déclenchement électrique.

» Je ne crois pas me tromper en supposant qu'un système de ce genre

serait appelé à rendre les plus grands services dans la reconnaissance des côtes et je crois savoir qu'on s'en préoccupe dans d'autres marines.

» Je devrais peut-être encore signaler les services déjà rendus par la *téléphotographie* qui permet d'effectuer des reconnaissances à de très grandes distances, même par-dessus les frontières, pour faire prévoir ceux que l'association du téléobjectif et de la stéréoscopie ne tarderont pas à rendre. Mais, faute de temps, je me contenterai de mettre sous vos yeux, dans le stéréoscope, deux vues de la ville de Nancy prises avec un appareil très portatif de M. H. Bellieni, d'un point assez éloigné et de deux stations au contraire très voisines, à 10^m l'une de l'autre, et j'espère que cet exemple snffira.

» J'aurai terminé ce qui concerne l'application de la stéréoscopie au lever des plans quand j'aurai dit que les deux photographies destinées à être combinées doivent être prises, soit avec le même objectif, soit avec des objectifs de même distance focale et dans un même plan passant par la droite qui unit les deux stations.

» Les instruments destinés à de telles opérations et désignés sous le nom de *photothéodolites* doivent, pour satisfaire à la seconde condition, être munis d'une lunette donnant une ligne de visée perpendiculaire à la direction de l'axe optique de l'objectif.

» L'habile constructeur parisien, M. Mailhat, a exécuté, d'après mes indications, un modèle destiné aux explorateurs, qui se prête à ce rôle et qui est d'ailleurs muni de tous les organes optiques nécessaires à la détermination des positions géographiques, soit par les méthodes ordinaires, soit en recourant à la photographie des astres auxquels on doit s'adresser.

» En arrivant aux applications de la stéréoscopie à l'Astronomie, je dois être plus bref parce que je suis certain que plusieurs de nos confrères seraient en état de fournir des renseignements beaucoup plus étendus que ceux dont je dispose. Je n'ai pas moins cru devoir apporter ici d'abord deux images de la Lune, à peu près à la même phase, mais dont l'aspect est sensiblement modifié par la libration. En plaçant ces images dans le stéréoscope (comme l'avait déjà fait, il y a une quarantaine d'années, Warren de la Rue avec deux images analogues) on a la sensation de la rondeur de la surface de notre satellite et il est facile de se rendre compte que c'est comme si les deux images avaient été prises simultanément de deux points de l'espace éloignés de 30000^{km} environ, ce qui constitue déjà une assez jolie base.

» Mais on peut s'en donner de plus grandes encore et je vous présente

deux épreuves photographiques négatives de la région céleste qu'occupait Saturne en juin 1899, obtenues le 9 et le 10 de ce mois, lesquelles, étant placées dans le stéréoscope, montrent nettement cette planète et deux de ses satellites en avant du fond du tableau formé par les étoiles. Dans ce cas la base correspondant au déplacement de la Terre dans son orbite n'est pas de moins de 2500000^{km}.

» C'est sur ces épreuves que M. le Dr Pulfrich, qui les tenait du professeur Wolf, de Heidelberg, a découvert avec son stéréocomparateur une très petite planète, dont l'éclat correspondait à celui d'une étoile de 12e-13e grandeur et avait échappé à l'examen monoculaire.

» Avec ce même instrument, dont les microscopes ont un grossissement de quatre à cinq fois, M. le Dr Pulfrich, après s'être rendu compte du degré de précision avec lequel il déterminait les parallaxes, a entrepris de tracer, sur la partie éclairée de la surface de la Lune, des épreuves de MM. Lœwy et Puiseux, des courbes de même parallaxe, c'est-à-dire de même distance apparente.

» Sur l'une des deux figures qu'a bien voulu m'envoyer l'auteur et que je mets sous les yeux de l'Académie, on voit ces courbes, ondulées par les accidents de la surface lunaire, tracées autour du point le plus rapproché de l'observateur aux distances successives d'abord de 20^{km} en 20^{km}, puis de 100^{km} en 100^{km} jusqu'à 1000^{km} et un peu au delà. La seconde figure donne à une plus grande échelle le détail de la courbe cotée 200^{km}.

» Je m'arrête, ne voulant pas suivre M. le Dr Pulfrich dans ses prévisions tendant à la détermination des parallaxes des étoiles les plus voisines par la Photographie, en employant, non seulement, la base de près d'un milliard de kilomètres formée par le diamètre de notre orbite, mais en recourant au temps, par dizaines d'années ou même par siècles pour mettre à profit le déplacement de notre système dans l'espace. »

M. **Eug. Rouché**, en présentant à l'Académie le deuxième Volume de l'*Analyse infinitésimale,* publiée en collaboration avec M. *Lucien Lévy*, s'exprime en ces termes :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le second Volume de cet Ouvrage, qui concerne les intégrales définies, les équations différentielles et le calcul des variations. Comme le premier, il s'adresse surtout aux ingénieurs; il présente même un caractère pratique plus accentué, vu le nombre plus considérable des applications qu'il renferme.

» Nous sommes heureux de remercier ici notre éminent collègue M. Émile Picard, qui a bien voulu résumer, spécialement pour notre Ouvrage, ses beaux travaux sur les méthodes d'approximation relatives aux équations différentielles. Ce sujet est bien propre à intéresser les ingénieurs; il est même assurément peu de recherches qui puissent leur être plus utiles. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de M. *C. Guidi*, portant pour titre : « L'arco elastico senza cerniere ». (Présenté par M. Maurice Lévy.)

MM. **Bordas**, **Berthaut**, **Delpeuch**, **de Sinéty** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques faits d'endomorphisme observés dans les ruines de Saint-Pierre (Martinique)*. Note de **M. A. Lacroix**, présentée par M. Michel Lévy.

« Dans une Note antérieure, j'ai signalé à l'Académie des phénomènes de fusion, suivis ou non de recristallisation, que j'ai observés à Saint-Pierre sur les matériaux de construction des maisons incendiées lors de la catastrophe du 8 mai.

» Je m'occuperai, dans cette Note, de véritables phénomènes de métamorphisme endomorphe qui se sont produits sous l'influence des mêmes causes. Je les ai particulièrement rencontrés dans les ruines de la maison d'un marchand de fer de la ville; cette maison s'est effondrée sur place, ensevelissant sous ses décombres une grande quantité d'objets de fer et de matériaux combustibles de nature variée; 8 jours après le sinistre, les ruines fumaient encore.

» Des travaux, effectués pour rechercher ce qui pourrait être sauvé, ont mis à découvert une masse rocheuse compacte, occupant la place de l'ancien magasin; elle est constituée par une roche silicatée noire, empâtant des chaînes, des grilles, des barres, des fils, des amas de clous, des étaux et de nombreux autres objets de fer. Ils ne sont pas fondus, mais plus ou moins complètement transformés en oxyde noir, cristallin qui a

conservé leurs formes. Là où la roche silicatée n'est pas continue, elle contient des stalactites dans toutes les cavités et particulièrement à travers ou le long des chaînes. Sur les bords de ce culot ferrugineux se trouvent des pierres de construction plus ou moins fondues.

» Cette roche noire est formée par un mélange de fayalite et de magnétite avec quelquefois un peu de verre. La fayalite est toujours cristallisée, parfois grenue, plus souvent cristallitique ou même chondritique. Elle s'isole en beaux cristaux dans les cavités et elle présente alors la forme habituelle de la fayalite des opérations métallurgiques ($p, m, g^3, g^1, h^1, e^1, e^{\frac{1}{2}}, a^1$). La magnétite est disséminée au milieu d'elle en octaèdres nets, en cristallites grillagés ou en grains. Cette magnétite constitue aussi des masses grenues, tout à fait pures, atteignant la grosseur de la tête et ne se distinguant pas d'un échantillon de magnétite de Suède. Des octaèdres à faces évidées se trouvent parfois dans les cavités de ces roches.

» Quant aux blocs d'andésite constituant les murs de la maison, ils ont été rendus assez pâteux par la chaleur pour s'écouler à la surface d'une chaîne, comme dans l'échantillon dont la photographie est jointe à cette Note. Dans d'autres cas, ces blocs se sont simplement affaissés sur eux-mêmes et ont été assez plastiques pour que les objets métalliques en contact aient pu s'y enfoncer profondément.

» L'examen microscopique fait voir qu'il ne reste plus comme éléments anciens de la roche que des feldspaths et des pyroxènes arrondis par la fusion et entraînés dans un verre fluidal brunâtre, hétérogène.

» Au voisinage des objets en fer, on voit apparaître des cristaux de magnétite, de fayalite, mélangés avec de longs cristaux de labrador et d'andésine; par leur mélange, ils offrent tous les types possibles des structures microlitique, intersertale, ophitique, chondritique. A mesure que l'on s'éloigne de l'andésite, la proportion de feldspath diminue jusqu'à devenir nulle; il reste parfois aussi un résidu vitreux toujours riche en magnétite.

» Dans quelques cas, la fayalite est accompagnée ou remplacée par un pyroxène vert foncé pléochroïque (babingtonite?), formant avec les feldspaths des groupements cristallitiques ou chondritiques.

» L'explication du mécanisme de la production de ces divers minéraux paraît assez simple : sous l'action de la chaleur, au contact de l'air, les objets de fer se sont oxydés, et la magnétite formée a pu ainsi se dissoudre dans l'andésite ramollie. Cette dissolution s'est produite d'une façon com-

plète sur toutes les surfaces de contact. La facile fusibilité de la roche basique ainsi produite a permis son écoulement, les tassements consécutifs ont facilité ensuite de nouveaux contacts. J'ai recueilli des échantillons dans lesquels une grosse bulle s'est produite entre l'andésite et la roche néogène; on y voit à la surface de l'andésite ses feldspaths décapés en saillie entourés par de jolis cristaux de fayalite recouvrant le verre de la roche volcanique.

» La production de la fayalite, partout où les objets de fer se sont trouvés au contact de matières silicatées ramollies par l'incendie (pierres de construction, mortier, cendre de l'éruption actuelle, etc.), a été très générale. Elle se complique parfois de réactions secondaires; c'est ainsi que j'ai observé un amas de pipes en terre enchevêtrées, soudées les unes aux autres et cimentées par places par une matière noire, scoriacée, ayant coulé à leur surface et englobant de nombreux clous oxydés. Cette roche noire a été produite par l'action, sur les clous et sur la terre des pipes (qui a fourni beaucoup d'alumine), des produits de la fusion d'une caisse en bois de l'emballage et de gravats.

» L'examen microscopique fait voir que l'on se trouve en présence d'un agrégat de petits cristaux néogènes de magnétite, de fayalite, de mélilite au milieu desquels apparaissent des fragments corrodés d'hypersthène et de labrador (provenant des cendres ou des gravats) qui simulent les phénocristaux d'une roche volcanique.

» Tous ces phénomènes montrent avec quelle facilité une roche volcanique, fondue accidentellement et maintenue en contact avec des produits divers, attaque ceux-ci et se transforme chimiquement et minéralogiquement. N'est-il pas légitime d'en conclure que les magmas dont proviennent ces roches sont susceptibles de subir, en profondeur, aux dépens des roches avec lesquelles ils se trouvent longtemps en contact, des modifications comparables, alors surtout que dans ce cas leur température est plus élevée et accompagnée des puissants facteurs de cristallisation qui ont manqué dans les phénomènes accidentels qui font l'objet de cette Note? Ceux-ci ont donc une signification dans l'histoire de l'endomorphisme. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions universelles dans l'espace.* Note de M. **A. Korn**, présentée par M. Émile Picard.

« J'appelle *fonction universelle* correspondant à une surface ω fermée de courbure continue (qui peut se composer de plusieurs nappes séparées)

toute fonction Φ_j continue avec ses premières dérivées dans tout l'espace, s'annulant à l'infini et satisfaisant aux équations

$$(1)\quad \begin{cases} \Delta\Phi_j = 0, & \text{à l'extérieur de } \omega, \\ \Delta\Phi_j + k_j^2\Phi_j = 0, & \text{à l'intérieur de } \omega, \\ \int_{i+e}\left[\left(\frac{\partial\Phi_j}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Phi_j}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Phi_j}{\partial z}\right)^2\right] d\tau = 1; \end{cases}$$

k_j^2 s'appellera le nombre correspondant à la fonction universelle Φ_j.

» Ces fonctions montrent une grande analogie avec les fonctions harmoniques de M. Poincaré ([1]) et jouent un rôle important dans la théorie des vibrations universelles ([2]); en désignant par f une fonction quelconque continue avec ses premières dérivées à l'intérieur de ω, et en partant du problème

$$\Delta U = 0, \quad \text{à l'extérieur de } \omega,$$
$$\Delta U + k^2 U = f, \quad \text{à l'intérieur de } \omega$$

(U continue avec ses premières dérivées dans tout l'espace et s'annulant à l'infini), on peut démontrer l'existence d'un nombre infini de fonctions universelles

$$\Phi_0, \quad \Phi_1, \quad \Phi_2, \quad \ldots$$

avec des nombres correspondants

$$(0 <) k_0^2 < k_1^2 < k_2^2 < \ldots,$$

et l'on peut démontrer, que chaque potentiel $\int_i f \frac{d\tau}{r}$ peut être développé en série de fonctions universelles :

$$(2)\quad \int_i f \frac{d\tau}{r} = \varphi_0\Phi_0 + \varphi_1\Phi_1 + \varphi_2\Phi_2 + \ldots$$

où

$$(3)\quad \varphi_j = \int_i f\Phi_j\, d\tau \qquad (j = 0, 1, 2, \ldots).$$

» Les fonctions universelles correspondant à une sphère de rayon R

([1]) H. Poincaré, *Sur les équations de la Physique mathématique* (*Rendiconti del Circ. mat. di Palermo*, 1894).

([2]) A. Korn, *Sur les vibrations universelles* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 31, 1902).

sont $(j = 0, 1, 2, \ldots)$:

$$(4)\quad \begin{cases} \Phi_j = \dfrac{Y_j(\theta, \varphi)}{r^{j+1}}, \text{ à l'extérieur,} \\ \Phi_j = \dfrac{\sqrt{k_j}R}{R^{j+1} I_{j+\frac{1}{2}}(k_j R)} \dfrac{I_{j+\frac{1}{2}}(k_j r)}{\sqrt{k_j r}} Y_j(\theta, \varphi), \text{ à l'intérieur,} \end{cases}$$

Y_j représentant une fonction sphérique d'ordre j, k_j une racine de l'équation

$$(5)\qquad I_{-\frac{1}{2}}(kR) = 0,$$

où

$$(6)\quad \begin{cases} I_{j+\frac{1}{2}}(x) = \sqrt{\dfrac{2}{\pi x}} \displaystyle\sum_{\lambda=0}^{\lambda=j} \dfrac{\Pi(j+\lambda)}{\Pi(\lambda)\Pi(j-\lambda)} \left(\dfrac{1}{2x}\right)^{\lambda} \cos\left[(j+1-\lambda)\dfrac{\pi}{2} - x\right] \\ \qquad\qquad (j = 0, 1, 2, \ldots), \\ I_{-\frac{1}{2}}(x) = \sqrt{\dfrac{2}{\pi x}} \cos x. \end{cases}$$

» Si la surface ω se compose de n sphères ω_k de rayon R, dont les distances ρ_{ik} sont assez grandes en comparaison avec R, j'ai réussi à démontrer une méthode analogue à celle de Murphy ([1]) : A chaque racine k_j des équations (5) correspond un nombre fini de fonctions universelles Φ_j avec des nombres K_j que l'on peut développer en séries dont chaque terme est de l'ordre $\dfrac{R}{\rho_{ik}}$ comparé avec le terme précédent, et dont les premiers termes sont donnés en (7) et (8) :

$$(7)\qquad K_j = k_j + k_{j_1} + \ldots.$$

$$(8)\quad \begin{cases} \Phi_j = \dfrac{Y_j^k(\theta_k, \varphi_k)}{r_k^{j+1}} + \ldots \text{ à l'extérieur de } \omega_k, \text{ près de } \omega_k, \\ \Phi_j = \dfrac{\sqrt{k_j}R}{R^{j+1} I_{j+\frac{1}{2}}(k_j R)} \dfrac{I_{j+\frac{1}{2}}(k_j r_k)}{\sqrt{k_j r_k}} Y_j^k(\theta_k, \varphi_k) + \ldots \text{ à l'intérieur de } \omega_k. \end{cases}$$

» Ici les Y_j^k $(k = 1, 2, \ldots, n)$ ne sont pas arbitraires, comme les Y_j dans les équations (4), mais ils doivent, avec k_{j_1}, satisfaire à un système d'équa-

---

([1]) La démonstration détaillée se trouve dans un Mémoire : *Le problème mathématique des vibrations universelles* (Communications de la Société mathématique, Kharkow, 1903).

tions linéaires dépendant de la situation géométrique des centres des sphères ω_k :

$$(9) \quad \frac{k_j}{R^{j-1}} \cdot \frac{J'_{j-\frac{1}{2}}(k_j R)}{J_{j+\frac{1}{2}}(k_j R)} \cdot k_{j1} Y_j^k = -(2j+1) \sum{}^i \left[\frac{Y_j^i}{r_i^{j+1}}\right]_j^k \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

où nous désignons par $\left[\frac{Y_j^i}{r_i^{j+1}}\right]_j^k$ la fonction d'ordre j dans le développement de $\frac{Y_j^i}{r_i^{j+1}}$ en fonctions sphériques à la sphère ω_k, et en étendant la somme $\sum{}^i$ sur toutes les sphères, excepté ω_k.

» Ces équations (9) donnent les Y_j^k à un facteur constant près, qui reste arbitraire, et k_{j1} comme racine d'une équation algébrique ([1]).

» A part des fonctions Φ_j calculées ainsi, en supposant qu'aucun Y_j^k n'est identiquement nul, il peut y avoir encore des fonctions Φ_j correspondant aux cas qu'un Y_j^k ou plusieurs soient identiquement nuls; dans ces cas, on calculera les premiers termes des séries (7) et (8) tout à fait de la même manière, mais comme si les sphères, auxquelles correspondent des Y_j^k identiquement nuls, n'existaient pas. »

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES. — *Sur une classification nouvelle des modes de représentation nomographique des équations à un nombre quelconque de variables.* Note de M. **Maurice d'Ocagne.**

« Nous avons, dans notre *Traité de Nomographie* (Chap. VI, Sect. I), donné une classification de tous les modes possibles de représentation nomographique, fondée sur la double considération du nombre des plans mobiles superposés les uns aux autres pour constituer le nomogramme et du nombre des variables afférentes à chacun des éléments en contact. Cette classification nous a été fort utile pour ordonner notre théorie générale; mais, en réfléchissant de nouveau au sujet, nous avons été amené à penser qu'on pouvait, en se plaçant au seul point de vue de la structure des nomogrammes, sans avoir égard au nombre des variables en présence, réduire tous les modes possibles de représentation à un nombre fini de

([1]) J'ai traité les deux cas $j = 0$ et $j = 1$ pour deux sphères et un nombre fini de particules sphériques dans mon Livre : *Eine mechanische Theorie der Reibung in kontinuierlichen Massensystemen* (Berlin, Ferd. Duemmler, 1901).

types canoniques. Nous y sommes parvenu en étudiant toutes les répartitions possibles des éléments non cotés ou *constants* entre les divers contacts à considérer.

» Rappelons d'abord que le mode d'emploi de tout nomogramme à deux plans π et π' superposés résulte de la simultanéité de quatre contacts entre éléments pris respectivement sur ces deux plans (¹), contacts qui, si l'on désigne chaque élément par le nombre des cotes y afférentes, peuvent, d'après la convention que nous avons proposée, être dénotés

$$n_1 \vdash\!\dashv n'_1 \qquad n_2 \vdash\!\dashv n'_2 \qquad n_3 \vdash\!\dashv n'_3 \qquad n_4 \vdash\!\dashv n'_4.$$

» Si l'on recherche tous les modes *distincts* de répartition des éléments constants, représentés par des o, entre ces quatre contacts, on obtient le Tableau ci-dessous où chaque type canonique est désigné par un chiffre gras indiquant le nombre des éléments *cotés* qui y interviennent, affecté d'un indice d'ordre lorsque ce nombre donne lieu à plusieurs solutions :

($\mathbf{2}_1$)	$n_1 \vdash\!\dashv 0$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{2}_2$)	$n_1 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv n'_2$	$0 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{3}_1$)	$n_1 \vdash\!\dashv 0$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{3}_2$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{3}_3$)	$n_1 \vdash\!\dashv 0$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv n'_3$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{4}_1$)	$n_1 \vdash\!\dashv 0$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$n_4 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{4}_2$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{4}_3$)	$n_1 \vdash\!\dashv 0$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv n'_4$
($\mathbf{4}_4$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv n'_2$	$0 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{4}_5$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv n'_3$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{4}_6$)	$n_1 \vdash\!\dashv 0$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv n'_3$	$0 \vdash\!\dashv n'_4$
($\mathbf{5}_1$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$n_4 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{5}_2$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv n'_2$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{5}_3$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv 0$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv n'_4$
($\mathbf{6}_1$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv n'_2$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$n_4 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{6}_2$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv n'_2$	$n_3 \vdash\!\dashv n'_3$	$0 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{6}_3$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv n'_2$	$n_3 \vdash\!\dashv 0$	$0 \vdash\!\dashv n'_4$
($\mathbf{7}$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv n'_2$	$n_3 \vdash\!\dashv n'_3$	$n_4 \vdash\!\dashv 0$
($\mathbf{8}$)	$n_1 \vdash\!\dashv n'_1$	$n_2 \vdash\!\dashv n'_2$	$n_3 \vdash\!\dashv n'_3$	$n_4 \vdash\!\dashv n'_4$

(¹) *Traité de Nomographie*, p. 393. On sait d'ailleurs que si les éléments appartenant à l'un des deux plans, dans trois des contacts, appartiennent à un même système de cercles concentriques ou de droites parallèles, le quatrième contact devient illusoire et peut être supprimé (*Loc. cit.*, p. 395).

» On aura une idée de la plus grande unité introduite par la considération de ces types canoniques dans la classification des nomogrammes si l'on remarque, par exemple, que tous les nomogrammes à simple alignement rentrent dans le type $(\mathbf{3}_1)$, alors qu'avec la précédente classification ils se rangeaient dans des types divers : IV_3^2, VII_4^2, etc.

» Tout nomogramme à plus de deux plans superposés pouvant se décomposer en plusieurs autres, à deux plans chacun, sera tout naturellement dénoté par la réunion des symboles correspondant aux types composants. C'est ainsi que tout nomogramme à double alignement sera du type $(\mathbf{3}_1, \mathbf{3}_1)$ ou $(\overline{\mathbf{3}}_1^2)$.

» Quant aux nomogrammes à un seul plan, nous avons reconnu qu'ils pouvaient tous se réduire au *type unique constitué par le contact de points à deux cotes avec des lignes à n — 2 cotes*. Sur un tel nomogramme le nombre des systèmes simplement infinis de lignes est égal à $2n - 3$ (dont n systèmes cotés et $n - 3$ systèmes de liaison) sur l'ensemble desquels $n - 1$ peuvent être choisis arbitrairement. Ce type de nomogramme pourrait être rattaché au Tableau ci-dessus par la notation

$$(\mathbf{2}_0) \qquad (n-2) \vdash\!\dashv 2 \qquad 0 \vdash\!\dashv 0 \qquad 0 \vdash\!\dashv 0 \qquad 0 \vdash\!\dashv 0.$$

» Dès lors, un nomogramme quelconque est réduit à une combinaison des vingt types canoniques numérotés ci-dessus de $(\mathbf{2}_0)$ à $(\mathbf{8})$.

» Dans un Mémoire aujourd'hui rédigé, et qui paraîtra prochainement, nous donnons un exposé synthétique des principes fondamentaux de la Nomographie bornée à sa partie purement théorique, en le fondant sur la nouvelle classification que nous venons de faire connaître. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvelle méthode d'essai des rails.* Note de M. Ch. Frémont, présentée par M. Maurice Lévy.

« Les cahiers des charges actuels imposent trois sortes d'épreuves pour la recette des rails : un essai de traction pour mesurer la résistance et la ductilité de l'acier; un essai de flexion sous charge statique pour constater si la limite élastique est assez élevée; enfin, un essai de flexion par choc pour vérifier si la résistance vive du métal est suffisante.

» Ce troisième essai est, en théorie, d'importance capitale, car, si le métal est trop doux, le rail se déformera plus ou moins rapidement; mais,

si la résistance vive du métal est insuffisante, il pourra y avoir des ruptures brusques en service. Et l'on constate de ces ruptures non seulement en service, mais même dans le transport des rails à pied d'œuvre, ce qui prouve que les rails réceptionnés en usine sont parfois fragiles.

» Mais, entre les résultats du procédé actuellement appliqué et ceux de l'expérience en service, il y a souvent divergence; c'est que, dans l'essai de flexion au choc, *on suppose les rails homogènes* et on leur demande de se déformer très légèrement, une flèche maximum étant imposée et les quantités fixées comme poids du marteau et hauteur de chute étant calculées telles que le choc ne rompe pas le rail essayé.

» Or les rails sont souvent peu homogènes, et c'est ce manque d'homogénéité qui est la raison des discordances entre les résultats de l'essai et ceux de la pratique.

» L'hétérogénéité des rails tient à deux causes différentes qui peuvent coexister :

» 1° Le lingot d'acier contient une poche de retassement quelquefois sur une très grande longueur et celle-ci n'est pas toujours complètement éliminée, il se trouve alors dans le rail une partie centrale malsaine, contaminée par ségrégation.

» Or un rail dans ces conditions peut résister à l'essai au choc imposé, parce que sa périphérie étant de bonne qualité reçoit seule l'effort brusque de traction, mais en service sous l'effet des trépidations, des vibrations, la partie malsaine se désagrège, se fissure et les fissures se propagent dans la partie saine jusqu'à rupture.

» 2° La seconde cause d'hétérogénéité provient des traitements mécanique et thermique du rail pendant son laminage et son refroidissement, la partie centrale du rail peut être fragile quand la périphérie peut ne pas l'être.

» Or il est à remarquer que, dans ces deux cas d'hétérogénéité, c'est toujours le centre du rail qui risque d'être défectueux, et que l'essai au choc actuellement imposé n'a que peu de chance de déceler cette défectuosité, puisque la partie du métal en prise dans l'essai de flexion est la partie extérieure du rail, partie généralement de bonne qualité.

» Il est donc rationnel de faire porter l'essai au choc plus spécialement sur la partie centrale du bourrelet du rail. C'est ce que j'ai fait dans une série d'essais qui m'ont permis de constater l'exactitude de ce principe.

» J'opère sur des morceaux de rails d'une longueur de $0^m,50$ dont le bourrelet est entamé, dans le milieu de la longueur, d'une échancrure de 60^{mm} de long, terminée par

deux congés de 15^{mm} de rayon et pénétrant jusqu'au milieu du bourrelet qui subira l'extension dans le choc. Chaque morceau ainsi préparé est posé sur deux points d'appui espacés de $0^m,40$ et constitués par deux coussinets en acier trempé de forme demi-cylindrique et de 14^{mm} de diamètre. La face échancrée étant tournée en dessous le rail reçoit le choc d'un marteau tombant d'une hauteur de 5^m et d'un poids suffisant pour opérer la rupture même d'un métal de très bonne qualité.

» Après rupture, les deux fragments du rail essayé sont rapprochés et la valeur du métal est donnée soit par l'allongement constaté dans la partie échancrée, soit par l'angle ou la flèche de flexion. Avec des rails de qualité suffisante j'ai obtenu, sur la longueur de $0^m,50$, des flèches de 6^{mm} à 20^{mm}, quand beaucoup d'autres rails n'ont donné que des flèches nulles.

» La mesure de l'empreinte laissée par la pression sur les points d'appui permet de déterminer, par comparaison avec un essai statique préalable, quel a été l'effort maximum pendant le choc.

» On a ainsi, dans cet essai, la mesure de l'effort et de l'espace parcouru pendant la flexion; on en peut déduire la mesure du travail dépensé pour obtenir la rupture.

» Dans la pratique, pour la recette, il suffit d'imposer une flèche minimum.

» En opérant sur des coupons de $0^m,50$ de long détachés sur les chutes lors de la fabrication du rail, on fait l'essai à $0^m,25$ du bout du rail utilisé.

» La faible longueur du morceau essayé, pris dans une partie de rebut, permet de faire économiquement les essais et de les répéter économiquement bien plus souvent qu'on ne le fait par la méthode actuelle. »

MÉCANIQUE. — *Sur une représentation plane de l'espace et son application à la Statique graphique.* Note de M. **B. Mayor**, présentée par M. Maurice Lévy.

» Le procédé décrit dans la précédente Note se prête particulièrement bien à la solution graphique des problèmes de la Statique lorsqu'on suppose que la droite désignée par E s'éloigne à l'infini. L'axe du complexe directeur est alors perpendiculaire au plan Π et le point O coïncide avec le pied de cet axe. De plus, on peut, et il y a quelque avantage à faire ainsi, considérer un système de forces, que nous appellerons le *système directeur*, admettant pour complexe d'action (complexe linéaire formé par les droites de moment nul) le complexe directeur C.

» Dans ces conditions les relations métriques qui peuvent exister entre les éléments de l'espace se retrouvent sous des formes simples dans leurs

éléments représentatifs. C'est ainsi que des plans parallèles ont leurs droites représentatives parallèles et leurs points représentatifs confondus; que deux droites parallèles ont également leurs droites représentatives parallèles entre elles et à la droite qui joint leurs points représentatifs.

» Sans trop insister sur ces propriétés immédiates, il convient cependant de signaler le rôle essentiel joué par une circonférence décrite du point O comme centre avec un rayon égal à $a\sqrt{-1}$, a désignant ce qu'on appelle fréquemment la *flèche* du système de forces directeur, c'est-à-dire le rapport entre le moment de ce système calculé par rapport à l'axe central et la résultante générale de ce même système. Si l'on appelle alors cette circonférence la circonférence *directrice*, on peut, en particulier, énoncer la proposition suivante dont il est facile de déduire la condition de perpendicularité des divers éléments géométriques de l'espace :

» *Pour que deux plans soient perpendiculaires, il faut et il suffit que leurs points représentatifs soient conjugués par rapport à la circonférence directrice.*

» Il n'est presque pas nécessaire d'ajouter que, dans l'exécution d'une épure, on évite les inconvénients qui résultent du fait que la circonférence directrice est imaginaire en traçant une fois pour toutes une circonférence concentrique et de rayon a, à condition, bien entendu, de remplacer les notions de pôle et de polaire par celles d'antipôle et d'antipolaire.

» Ces préliminaires posés, quelques remarques conduisent à une représentation simple des forces et des systèmes de forces de l'espace.

» Tout d'abord, nous appellerons *conjuguée* d'une force (f) de l'espace, une force (f') telle que l'ensemble de (f) et (f') admette pour complexe d'action, le complexe directeur. Il résulte immédiatement de cette définition que les lignes d'action de deux forces conjuguées sont elles-mêmes conjuguées par rapport au complexe directeur.

» Considérant ensuite un système de forces (F) constitué par les forces quelconques (f_1), (f_2), ..., (f_i), ..., (f_n), le système (F') des conjuguées (f'_i) sera dit le *conjugué de* (F). On voit facilement que, lorsque deux systèmes de forces sont équivalents, leurs conjugués le sont également. De plus, lorsqu'un système est en équilibre, son conjugué l'est aussi.

» Soit alors (f) une force quelconque. Il résulte de tout ce qui précède qu'elle est complètement représentée par sa projection f sur le plan Π et par la trace φ' sur ce même plan de sa conjuguée. D'ailleurs, ici comme dans le cas d'une droite, il est essentiel de représenter en même temps et par le même procédé la conjuguée (f'). D'après cela, la force donnée (f)

est représentée par deux forces, f et f', et par deux points, φ et φ'. Ces quatre éléments surabondants, mais liés par des relations simples, permettent de reconstituer immédiatement la force de l'espace et sa conjuguée. Les deux forces f et f' sont, en effet, égales, parallèles et de sens opposés; les deux points φ et φ' sont alignés sur O et respectivement situés sur f et f'. De plus, la composante de (f), suivant la normale au plan Π, passe par φ et est égale au produit du facteur constant $\frac{1}{a}$ par le moment de f par rapport à O. Pour cette raison, il est utile de considérer deux masses fictives égales aux moments des forces f et f' par rapport à O et respectivement concentrées aux deux points φ et φ'. Dans toute la suite, ces masses seront désignées par les mêmes lettres que les points correspondants.

» Considérant ensuite des forces (f_1), (f_2), ..., (f_i), ..., (f_n), en nombre quelconque, désignons, d'une manière générale, par f_i, φ_i; f'_i, φ'_i, les éléments qui les représentent. Le système (F) qu'elles constituent, ainsi que le système conjugué (F'), seront complètement définis par les résultantes F et F' des systèmes plans f_i et f'_i et par les centres de gravité Φ et Φ' des deux systèmes de masses fictives φ_i et φ'_i. Dans ce cas encore les deux forces F et F' sont égales, parallèles et de sens opposés, et les points Φ et Φ' alignés sur O. Toutefois, le cas où F est réductible à une force unique étant seul excepté, ces points ne sont plus situés sur les lignes d'action des résultantes correspondantes. Ils satisfont, en revanche, à une condition essentielle dans les applications et qu'on peut énoncer en disant qu'ils se correspondent l'un à l'autre, ainsi que les lignes d'action de F et de F', dans une homologie ayant pour centre le point O et pour axe la droite E de l'infini.

» Dès lors, si l'on observe qu'en faisant abstraction des intensités et des sens des deux résultantes F et F', les lignes d'action de ces deux forces et les deux points Φ et Φ' suffisent pour représenter le complexe d'action de (F), il devient extrêmement simple de résoudre la plupart des problèmes relatifs aux systèmes de forces de l'espace. Il est en particulier possible de tracer, ainsi que je le montrerai, les *chaînes funiculaires* d'un ensemble quelconque de systèmes de forces. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la cohésion diélectrique des gaz* (¹).
Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré que le champ critique nécessaire pour vaincre la cohésion diélectrique d'un gaz est la somme de deux termes dont l'un, prépondérant aux pressions de quelques centimètres de mercure, tend, à mesure que la pression croît, vers une fonction linéaire de la pression, tandis que l'autre, prépondérant aux pressions très basses, croît très rapidement quand la pression diminue, en raison inverse de la pression ou même, dans un certain intervalle, en raison inverse du carré de la pression.

» Je dispose actuellement d'une batterie de petits accumulateurs dépassant 16000 volts. Il m'a donc été possible d'écarter les plateaux de mon condensateur jusqu'à $6^{cm},5$ de distance, et d'augmenter l'épaisseur de mes ballons plats jusqu'à 5^{cm} ou 6^{cm}, sans que l'intensité maximum du champ produit descendît au-dessous de 2500 volts par centimètre.

» Quand on fait ainsi usage de disques gazeux assez épais, l'observation de la lueur de charge devient un indice du passage de l'électricité à travers le gaz au moins aussi sensible que la mesure des capacités, précédemment employée.

» Aussi bien par les mesures électriques que par l'observation des lueurs, j'ai pu m'assurer qu'aux pressions élevées la valeur du champ critique est bien indépendante de l'épaisseur du disque gazeux, comme je l'avais admis *a priori*. Ainsi, pour l'air, le coefficient a du terme ap proportionnel à la pression a été trouvé compris entre 425 et 430 pour un ballon de $4^{cm},7$ d'épaisseur, et égal à 425 pour un ballon de $5^{cm},6$.

» Il n'en est plus de même pour le terme prépondérant aux très basses pressions. *C'est alors, non le champ, mais la différence de potentiel totale correspondant à l'épaisseur de la colonne gazeuse qui est constante;* le champ varie en raison inverse de cette épaisseur. Je citerai à cet égard trois séries d'expériences réalisées avec l'hydrogène. Pour ce gaz, le terme prépondérant aux basses pressions est, dans les limites auxquelles se rapportent les mesures, en raison inverse du carré de la pression. Avec trois ballons

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 152 et 204; t. CXXXI, p. 443, 469 et 503; t. CXXXIII, p. 213.

d'épaisseurs différentes, j'ai trouvé les valeurs suivantes du coefficient b du terme $\frac{b}{p^2}$:

Épaisseur e du ballon.	Coefficient b.	Produit eb.
cm 2,4........	0,08	0,192
3,8........	0,054	0,205
5,6........	0,034	0,190

» Ainsi, des deux termes dont la somme donne, à une pression quelconque, le champ critique total, le premier est bien une constante caractéristique du gaz, dont il mesure proprement la cohésion. Le second terme, correspondant à une différence de potentiel indépendante de l'épaisseur du gaz traversé, ne peut se rapporter qu'à une action localisée à la paroi. Il mesure une résistance à la rupture de l'équilibre diélectrique entre la paroi et le gaz, ou, si l'on préfère, entre le gaz libre de l'intérieur du ballon et la couche de gaz condensée par la paroi.

» Remarquons qu'il doit y avoir identité entre la différence de potentiel minimum nécessaire pour produire une décharge à travers une masse de gaz, et la différence de potentiel initiale correspondant au passage d'un courant continu à travers ce gaz. Par analogie avec ce qui se passe dans le cas d'électrodes métalliques, cette dernière différence de potentiel peut être la somme d'une chute de potentiel cathodique ou anodique, indépendante de l'épaisseur de gaz traversée et d'une chute de potentiel proportionnelle à l'épaisseur. Il n'est donc pas surprenant que ces deux éléments concourent à produire la différence de potentiel critique que nous mesurons dans nos expériences. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le* Travail statique *du muscle*. Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Sarrau.

« Le *Travail statique*, considéré pour la première fois par Haughton (1873), est le produit d'une pression par un temps. Cette notion joue un grand rôle dans la théorie du muscle : moteur qui dépense de l'énergie à faire des pressions et que, par une anticipation remarquable, M. Ernest Solvay, dès 1894, assimilait, dans une certaine mesure, au jet d'eau qui soutient une masse. Le problème est de déterminer, pour le muscle, la dépense énergétique d'un travail statique.

» Pour cela, considérant un ressort, nous allons chercher quelles pres

sions produit sur ce ressort un poids tombant de différentes hauteurs: puis nous évaluerons la dépense des pressions totalisées au bout des temps nécessaires aux déformations maxima (régime variable) et le travail du ressort nécessaire au maintien de ces déformations (régime constant). Nous assimilons le muscle à un ressort d'élasticité et de forme variables, dans lequel l'énergie est intérieure au lieu d'être due à la mise en jeu d'une force extérieure comme dans le ressort considéré: nous retrouvons ainsi les principaux faits d'expérience, en particulier ceux que l'on doit aux belles recherches de M. Chauveau.

» Soient x_0 la longueur primitive de ce ressort, x sa longueur plus petite au bout du temps t, K^2 la constante d'élasticité du ressort, g l'intensité de la pesanteur, M la masse du poids de chute; on a, la déformation devant être comptée dans le sens négatif, pour la force de déformation à chaque instant :

$$(1)\qquad M\,d^2\frac{(x_0-x)}{dt^2}=-K^2(x_0-x)+Mg.$$

» Posons pour abréger $\frac{K^2}{M}=K'^2$ et $-\frac{K^2x_0}{M}+g=-K'^2L$; l'équation (1) a pour intégrale générale

$$(2)\qquad L-x=A\sin K't+B\cos K't.$$

» Déterminant les constantes A et B par les conditions initiales, on trouve $L-x_0=B$ et $A=\frac{V}{K'}$; d'où, pour la valeur du temps θ, auquel le mouvement s'arrêtera pour recommencer en sens inverse,

$$(3)\qquad \text{tang}\,K'\theta=\frac{A}{B}=-\frac{VK'}{g};$$

et pour la déformation maxima x_0-x_1 :

$$x_0-x_1=g\frac{M}{K^2}+\frac{1}{K^2}\sqrt{K^2V^2M+g^2M^2},$$

ce que l'on peut écrire, en substituant à V^2M la valeur $2hp$ où h est la hauteur de chute du corps de poids p tombant librement, et en remarquant que $K^2(x_0-x_1)$ est la pression maxima $\mathfrak{P}_{\max}$:

$$(4)\qquad \mathfrak{P}_{\max}=p+\sqrt{2K^2hp+p^2},$$

ou bien, en désignant par $\mathfrak{T}$ (la dépense) le produit hp,

$$(5)\qquad \mathfrak{T}=\frac{\mathfrak{P}^2_{\max}-2\mathfrak{P}_{\max}p}{2K^2}.$$

» Par définition, on a

$$L = x_0 - \frac{g}{K'^2};$$

on peut écrire l'équation (2) sous la forme

$$x_0 - x = \frac{g}{K'^2} + A \sin K't + B \cos K't,$$

d'où, pour la pression P au temps t, la relation

$$P = \frac{K^2}{K'^2} g + AK^2 \sin K't + BK^2 \cos K't.$$

» En appelant $\mathfrak{T}_s$ le travail statique de régime variable, c'est-à-dire le produit de la pression moyenne par le temps θ et en intégrant, on trouve

$$(6) \qquad \mathfrak{T}_s = \int_0^\theta P\,dt = \frac{K^2}{K'^2} g\theta - \frac{AK^2}{K'}(\cos K'\theta - 1) + B\frac{K^2}{K'}\sin K'\theta.$$

» Si l'on remarque que θ est très petit, on peut identifier $\sin K'\theta$ et $K'\theta$, arrêter au second terme le développement en série de $\cos K'\theta$, et l'on trouve

$$(7) \qquad \mathfrak{T}_s = VMK'^2 \frac{\theta^2}{2}.$$

» Dans l'équation (3), si V est très petit et si le rapport $\frac{V}{g}$ est très inférieur à l'unité, on peut écrire $\operatorname{tang} K'\theta = K' \operatorname{tang}\theta$ et, arrêtant au premier terme le développement en série d'arc $\operatorname{tang}\theta$, poser, à cause de la petitesse de θ dans les applications au muscle,

$$(8) \qquad \theta = \frac{V}{g}.$$

» On a, dans cette loi particulière de θ,

$$(9) \qquad \mathfrak{T}_s = \frac{\sqrt{2}\,K^2\,\mathfrak{T}^{\frac{3}{2}}}{g^{\frac{1}{2}}\,p^{\frac{3}{2}}} \qquad \text{ou} \qquad \mathfrak{T} = \frac{g^{\frac{1}{3}}\,p\,\mathfrak{T}_s^{\frac{2}{3}}}{2^{\frac{1}{3}}\,K^{\frac{4}{3}}}$$

et

$$(10) \qquad \frac{\mathfrak{T}_s}{\theta} = \mathfrak{P}_{moy} = \frac{\mathfrak{P}_{max}^2 - 2p\,\mathfrak{P}_{max}}{2p} = \frac{K^2\mathfrak{T}}{p} \qquad \text{ou} \qquad \mathfrak{T} = \frac{\mathfrak{P}_{moy}\,p}{K^2}.$$

» Nous pouvons assimiler la pression correspondant à la déformation maxima à une pression moyenne de régime variable Φ_{moy}, dont Φ_{max} serait la pression maxima, ϖ le poids de chute efficace; en posant que ce poids ϖ tombe avec la même vitesse que p, c'est-à-dire agit dans le même temps θ, on peut écrire les équations (10) et (9) en remplaçant les $\mathfrak{P}$ par des Φ, p par ϖ, $\mathfrak{T}_s$ et $\mathfrak{T}$ par $\mathfrak{T}'_s$ et $\mathfrak{T}'$, les nouveaux travaux considérés. Par des courbes construites au préalable on détermine ϖ, connaissant Φ_{moy}. Au bout du temps θ on peut refaire ce raisonnement pour un nouveau temps de durée θ,

et ainsi de suite indéfiniment. Les relations (10) et (9) sont donc également vraies pour le régime constant.

» Ainsi, qu'il s'agisse de régime variable ou de régime constant, le travail statique, proportionnel à la moyenne des pressions, grandit plus vite que la dépense : par rapport au travail dynamique du ressort ou du muscle, travail proportionnel à la moyenne des carrés des pressions de mêmes déformations, il est économique.

» La charge du muscle, c'est la pression Φ_{moy} : la dépense est $\frac{\Phi_{moy}\varpi}{K^2}$. Or, en calculant les expériences de Boudet de Pâris sur la relation de K^2 avec l'allongement $(x_0 - x)$, on trouve qu'elles sont bien représentées, pour les grands et moyens allongements, par l'hyperbole équilatère $\frac{x_0 - x}{A} = K^2$.

» La dépense grandit donc quand le raccourcissement augmente.

» On tire facilement de (10) et de (9) que, tandis que le rendement $\frac{\Phi_{moy}}{\mathfrak{E}}$ reste constant, le rendement du travail statique $\frac{\mathfrak{E}_s}{\mathfrak{E}}$ grandit comme la racine cubique de ce travail.

» Le rendement des travaux grandit quand la vitesse augmente et moins vite pour le travail dynamique que pour le travail statique.

» En rapprochant les grandes dépenses des pressions maxima d'après (5) des dépenses des pressions variables d'après (10), on voit que le rendement de la pression est minimum quand elle est maxima. Le rendement des travaux est donc minimum quand le muscle travaille au maximum : ce qui distingue absolument le muscle des moteurs industriels. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1903.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

» Les observations magnétiques, à l'Observatoire du Val-Joyeux (Villepreux, Seine-et-Oise), ont été continuées, en 1902, avec les mêmes appareils et réduites d'après les mêmes méthodes qu'en 1901. Les courbes de variations, relevées régulièrement au magnétographe de M. Mascart, sont dépouillées pour chaque heure et les repères vérifiés par des mesures absolues effectuées au moins une fois par semaine. La sensibilité de chacun des trois appareils de variations est de même vérifiée par des graduations mensuelles.

» Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1903 résultent de la moyenne des observations horaires des 31 décembre 1902 et 1er janvier 1903, rapportées à des mesures absolues faites les 29, 31 décembre et 2 janvier.

» La variation séculaire des différents éléments est déduite de la comparaison entre les valeurs suivantes et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1902 (1). On remarquera que la variation séculaire de la déclinaison, très faible déjà depuis plusieurs années, diminue encore en 1902.

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1903.	Variation séculaire.
Déclinaison occidentale...	15° 7',07	—3',28
Inclinaison	64° 55', 2	—3', 0
Composante horizontale........	0, 19712	+0, 00028
Composante verticale..........	0, 42118	—0, 00038
Composante nord	0, 19030	+0, 00032
Composante ouest.............	0, 05141	—0, 00011
Force totale..................	0, 46502	—0, 00023

» Les observations magnétiques, au Val-Joyeux, sont faites sous ma direction par M. J. Itié, aide-météorologiste.

» La station est située par 0° 19' 23" de longitude ouest, et 48° 49' 16" de latitude nord.

CHIMIE. — *Activité de quelques sels de terres rares, comme excitateurs d'oxydation*. Note de M. **André Job**, présentée par M. Troost.

« L'oxydation spontanée du carbonate céreux potassique et les oxydations déterminées par son contact présentent un tel caractère de netteté qu'on y trouve un exemple type pour l'étude et l'illustration de ce genre de phénomènes : je l'ai montré dans des Notes précédentes (2). Si j'ai choisi

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 41.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1052. — *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XX, 1900.

ce sel de cérium, le carbonate céreux, et ce milieu particulier, la solution de carbonate de potassium, c'était pour faire apparaître avec plus d'évidence le mécanisme des réactions; mais il n'est pas douteux que d'autres sels de cérium placés dans d'autres milieux présentent des phénomènes analogues qu'on pourra légitimement expliquer de la même manière. Pour trouver un nouvel exemple qui se rattache à des faits connus, j'ai répété sur le cérium, dans une expérience de comparaison, les essais de M. Gabriel Bertrand sur le manganèse (¹). L'expérience, qui a porté sur les acétates de cérium et de manganèse, avec l'hydroquinone comme accepteur, a pleinement réussi, et, pour des quantités atomiquement équivalentes, le sel de cérium a manifesté une activité au moins égale à celle du manganèse lui-même.

» L'expérience se fait aisément. Dans trois flacons semblables, d'environ 350^{cm^3}, on verse 100^{cm^3} d'une solution *fraîche* d'hydroquinone au quart normale; cette solution est incolore. L'un des flacons sert de témoin, le second reçoit 10^{cm^3} d'une solution quart normale d'acétate céreux, et le troisième 10^{cm^3} d'une solution quart normale d'acétate manganeux. On les agite ensemble et uniformément. Le premier reste à peu près incolore. Dans les autres la liqueur brunit rapidement et laisse bientôt précipiter des paillettes mordorées de quinhydrone. Si l'on arrête l'expérience à temps, on constate une absorption d'oxygène plus grande dans le flacon du cérium que dans celui du manganèse.

» Ce résultat est intéressant à divers égards. L'acétate de cérium est extrêmement stable (²); sa solution exposée à l'air reste très longtemps limpide et incolore, et ne manifeste aucun signe d'oxydation spontanée. L'oxydation qu'il excite par son contact serait donc un phénomène tout à fait mystérieux si on l'isolait des autres phénomènes analogues. L'acétate de manganèse est déjà moins stable, il s'oxyde de lui-même à l'air, et

---

(¹) *Annales agronomiques*, 1897.

(²) J'ai préparé l'acétate céreux en dissolvant le carbonate céreux dans l'acide acétique. On évapore, on fait cristalliser et l'on sèche à l'étuve pour chasser l'excès d'acide. L'acétate céreux dissous est inaltérable à l'air, mais sensible à l'action de l'ozone qui le transforme en acétate cérique. C'est une analogie de plus avec le manganèse. J'ai d'ailleurs aussi préparé cet acétate cérique par dissolution du carbonate cérique dans l'acide acétique : il est intéressant comme point de départ pour la préparation des sels cériques. Les mêmes raisons d'analogie m'ont conduit également à étudier l'acétate cobaltique que j'ai préparé par ces deux mêmes procédés et qui est intéressant au même point de vue. Mais l'acétate cobalteux, contrairement à ce qu'on pourrait prévoir, ne provoque pas l'oxydation de l'hydroquinone.

M. Gabriel Bertrand a très justement reconnu le rôle du peroxyde de manganèse dans l'oxydation de l'hydroquinone. Ces expériences, par leur rapprochement, nous permettraient déjà de conclure à l'existence d'un peroxyde de cérium. Mais ce peroxyde existe, et son rôle est démontré par mes expériences antérieures. Notre raisonnement par analogie se trouve par là même fortifié, et il pourra nous servir de guide dans l'étude de phénomènes nouveaux plus difficiles à analyser.

» J'ai cherché des exemples de ces phénomènes, et j'en ai trouvé un tout à fait inattendu dans le cas du lanthane. L'existence d'un peroxyde de lanthane est fort incertaine; on sait seulement, par Clève, que l'ammoniaque et l'eau oxygénée précipitent des sels de lanthane un hydrate peroxydé instable qui pourrait être une combinaison de l'eau oxygénée avec l'oxyde de lanthane. D'ailleurs on ne connaît de ce métal qu'une seule série de sels. L'acétate de lanthane paraît donc aussi peu désigné que possible pour servir de véhicule d'oxygène. Or l'expérience m'a montré qu'il excite l'oxydation de l'hydroquinone avec une activité égale à celle de l'acétate de cérium (1). Nous déduisons immédiatement de là une conséquence importante : *on peut affirmer maintenant qu'il existe un peroxyde de lanthane*. Il n'est d'ailleurs pas du tout certain que cet oxyde correspond à l'hydrate précipité par l'eau oxygénée; pour ne rien préjuger de sa formule, nous pourrons l'appeler, selon l'heureuse expression de M. Manchot, *oxyde primaire*, marquant ainsi son analogie avec le peroxyde de cérium qui se forme directement (comme je l'ai montré) par l'oxydation primaire de l'oxyde céreux.

» Ce fait nouveau étend beaucoup le domaine des recherches. D'abord les autres terres rares doivent être soumises à des essais analogues; je les ai tentés avec succès pour quelques-unes d'entre elles, et j'indiquerai les résultats quand j'aurai contrôlé la pureté de mes produits. Ensuite, les mêmes expériences doivent être faites sur tous les sels des métaux communs; je les ai entreprises et je les décrirai prochainement. »

---

(1) Je n'ai pas représenté par des nombres les activités comparées du manganèse, du cérium et du lanthane. C'est que ces nombres n'auraient pour le moment aucun sens. En effet, la vitesse d'oxydation dépend non seulement de l'activité spécifique du métal, mais encore de l'hydrolyse du sel. On doit encore cette hypothèse à M. Bertrand. Les expériences que j'ai faites avec des excès croissants d'acide l'ont pleinement confirmée. Je montrerai bientôt comment elle fournit le moyen de faire la mesure de l'hydrolyse, si difficilement accessible par d'autres méthodes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux nouvelles méthodes de synthèse des acides oxyphosphiniques.* Note de M. C. **Marie**, présentée par M. H. Moissan.

« Les deux procédés que j'ai donnés dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 1118) pour la préparation de l'acide oxybenzylphosphinique s'appliquent, ainsi que je vais le montrer, aux aldéhydes grasses et constituent, par suite, deux méthodes générales de synthèse des acides oxyphosphiniques. J'indiquerai, à titre d'exemple, la préparation par les deux méthodes des acides oxyéthyl- et oxyisovalérylphosphiniques.

» 1° *Acide oxyéthylphosphinique.* — *a.* Par PO^2H^3: on chauffe un mélange d'acide hypophosphoreux cristallisable et de paraldéhyde en excès jusqu'à ce que l'augmentation de poids constatée en distillant l'excès d'aldéhyde corresponde à la formation de l'acide oxyéthylhypophosphoreux $CH^3CH(OH)PHO(OH)$.

» On dissout le produit dans l'eau et on l'oxyde par le brome en léger excès, excès que l'on enlève ensuite par un courant d'air. La solution obtenue est sursaturée par l'ammoniaque et précipitée par la mixture magnésienne préparée avec l'azotate de magnésium. Après quelques heures on sépare le phosphate ammoniaco-magnésien et l'on évapore la solution pour chasser le grand excès d'ammoniaque nécessaire pour une précipitation complète de l'acide phosphorique. On rend alors la solution légèrement acide par l'acide acétique et l'on précipite à chaud l'acide oxyéthylphosphinique à l'état de sel de plomb. Le précipité obtenu, lavé et traité par H^2S, fournit l'acide sous la forme d'un sirop parfaitement incolore, cristallisant après quelques jours d'exposition dans le vide sec et semblable à l'acide $CH^3CH(OH)PO(OH)^2$ décrit par Fossek (*Mon. f. Ch.*, 5, p. 627).

» *b.* Par PO^3H^3 : on chauffe un mélange d'acide phosphoreux cristallisé et de paraldéhyde en excès pendant plusieurs jours. Le produit se colore fortement; on traite par l'eau qui sépare une grande quantité de résine et l'on extrait l'acide cherché de la manière suivante. On oxyde d'abord l'excès de PO^3H^3 par le brome, on sépare l'acide phosphorique formé comme précédemment et l'on extrait l'acide oxyéthylphosphinique en passant par le sel de plomb. Ce procédé de séparation est beaucoup plus rapide que celui indiqué par Fossek basé sur la différence de solubilité des sels de calcium, des acides phosphoreux, phosphorique et oxyéthylphosphinique en présence d'un excès d'ammoniaque et à froid; le volumineux précipité de phosphite et phosphate de chaux est en effet beaucoup plus difficile à séparer et à laver que le phosphate ammoniaco-magnésien.

» 2° *Acide oxyisovalérylphosphinique.* — *a.* Par PO^2H^3 : on fait digérer au bain-marie l'acide avec un petit excès d'aldéhyde. Quand l'odeur de l'aldéhyde a disparu l'acide oxyisovalérylhypophosphoreux est dissous dans l'eau, oxydé au brome et évaporé à sec pour chasser l'acide bromhydrique. On obtient ainsi un acide solide qu'il suffit de faire recristalliser une fois pour l'avoir pur. Pour cela on le dissout

dans l'acétone et à chaud on additionne la solution de chloroforme jusqu'à commencement de précipité; par refroidissement l'acide cristallise en paillettes brillantes, légères fondant à 191° au bloc Maquenne et représentant, d'après leur analyse et leurs propriétés, l'acide oxyisovalérylphosphinique $C^4H^9CH(OH)PO(OH)^2$, décrit par Fossek comme fondant à 183°-184°.

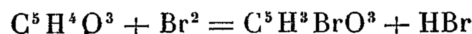
» *b*. Par PO^3H^3 : on chauffe au bain-marie l'acide avec un excès d'aldéhyde pendant plusieurs jours; le mélange noircit fortement, et, quand on traite par l'eau, il se sépare une couche huileuse qui, séchée, distille en majeure partie entre 160° et 200°, et correspond sans doute à des polymères de l'aldéhyde. La solution aqueuse contient encore un grand excès de PO^3H^3 qu'on sépare de l'acide cherché après oxydation au brome, en suivant la méthode indiquée plus haut. Finalement on obtient, mais en petite quantité seulement, l'acide oxyphosphinique semblable à celui préparé par le procédé précédent.

» En résumé, les deux méthodes que je viens d'exposer permettent la synthèse des acides oxyphosphiniques; mais, au point de vue préparation, la seule qui donne rapidement et pour ainsi dire quantitativement le résultat cherché est la méthode à l'acide hypophosphoreux. L'acide phosphoreux, comme le trichlorure de phosphore employé par Fossek, ne réagit que très lentement et tend toujours, surtout avec les aldéhydes grasses, à donner des résines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acide bromo-isopyromucique*. Note de M. G. **Chavanne**, présentée par M. Moissan.

« I. Mes recherches antérieures relatives à l'acide isopyromucique $C^5H^4O^3$ m'ont amené à mettre en doute l'existence d'un groupe carboxyle dans sa molécule et à lui attribuer une fonction énolique ou phénolique qui rend mieux compte des faits.

» La faible proportion d'hydrogène qu'il renferme et par suite l'existence probable de liaisons éthyléniques conduit naturellement à l'étude de l'action du brome. Les résultats varient avec les circonstances de la réaction. En employant deux atomes de brome pour 1^{mol} d'acide, on ne réussit pas à saisir un composé d'addition, mais un produit de substitution monobromé qui se forme d'après la formule de réaction



$$C^5H^4O^3 + Br^2 = C^5H^3BrO^3 + HBr$$

avec un rendement avantageux (40^g pour 28^g d'acide isopyromucique).

» On effectue l'opération en milieu acétique, en ajoutant le brome assez brutalement;

puis on chauffe au bain-marie. Après évaporation de l'acide acétique, il reste une masse cristalline que l'on purifie par dissolution dans l'alcool bouillant; par deux cristallisations successives dans ce solvant, on obtient des cristaux jaune pâle fondant à 172° et auxquels les dosages des éléments et la détermination cryoscopique assignent la formule $C^5H^3BrO^3$.

» II. Les caractères essentiels de l'acide isopyromucique se retrouvent dans ce dérivé bromé.

» 1° Il a les mêmes propriétés acides, mais atténuées. Il peut être titré par la potasse en présence de phtaléine. Il décompose les carbonates, mais avec une extrême lenteur. Les sels alcalins sont instables en présence de l'eau et ne peuvent être isolés qu'en milieu alcoolique. Leur solution aqueuse précipite les sels des autres métaux.

» 2° Il possède une fonction énolique.

» Avec le perchlorure de fer, il donne la même coloration verte que l'acide isopyromucique.

» Traité par les chlorures d'acide, il fournit des dérivés neutres, ne donnant plus cette coloration. J'ai préparé ainsi l'acétate et le benzoate de bromo-isopyromucyle.

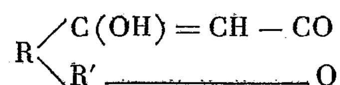
» *Acétate :* $C^5H^2BrO^3COCH^3$. — On l'obtient en chauffant l'acide bromo-isopyromucique avec le chlorure d'acétyle en tube scellé à 100° ou avec le bromure d'acétyle à l'ébullition. Ce sont des feuillets cristallins fondant à 76°, après avoir suinté vers 70°.

» *Benzoate :* $C^5H^2BrO^3COC^6H^5$. — Il se forme quand on chauffe l'acide bromo-isopyromucique avec le chlorure de benzoyle à l'ébullition. L'alcool chaud l'abandonne par refroidissement en cristaux bien formés, fondant à 123°.

» III. La phénylhydrazine et l'hydroxylamine libre ne donnent pas avec l'acide bromo-isopyromucique respectivement une hydrazone et une oxime, mais toutes deux des sels proprement dits; la substitution du brome n'a donc pas modifié la fonction énolique dans le sens d'un groupement cétonique tautomère.

» Le sel de phénylhydrazine fond à 112°, le sel d'hydroxylamine se décompose sans fondre à 107°-108°.

« *En résumé*, ces expériences jointes aux précédentes ne permettent pas de fixer encore la constitution de l'acide isopyromucique, mais suggèrent la pensée qu'il se rattacherait au groupe de ces curieux dérivés de l'éther acétylacétique découverts par Demarçay (*Annales de Physique et de Chimie*, 5e série, t. XX, p. 433) et dont la constitution a été l'objet de recherches récentes de Wolf (*Liebig's Annalen*, t. CCLXXXVIII, p. 1). Il aurait une formule de la forme



et posséderait par suite un groupement lactonique juxtaposé à un groupement énolique. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la structure cellulaire dans les corps amorphes.* Note de M. G. Cartaud, présentée par M. Henri Moissan.

« Comme nous l'avons déjà décrit ([1]), la surface libre de certains métaux fusibles, brusquement solidifiés, présente l'aspect d'un tissu cellulaire microscopique. Une particularité inattendue, remarquée sur le zinc entre autres, la présence constante dans chaque cellule d'un noyau circulaire en relief, nous a préparé à tirer parti des nouvelles observations qui suivent :

» *a.* Une nappe de collodion riciné, répandue sur une lame de verre, se partage spontanément en un agrégat de cellules polygonales. Pour certaines concentrations du mélange, ce régime ne persiste pas, grâce à la tendance des cellules à se subdiviser en cellules microscopiques pourvues d'un noyau central. Pour d'autres, au contraire, le régime macroscopique peut rester enregistré d'une façon permanente, lorsque la masse colloïdale est complètement figée. Un noyau en relief s'accuse alors à l'intérieur de chaque cellule par un bourrelet circulaire en forme de cratère.

» *b.* De l'alumine préparée par le procédé indiqué par M. Le Chatelier ([2]) donne à la longue un dépôt qui, abandonné à la dessiccation spontanée, se fendille par retrait en cellules irrégulières quadrangulaires ou pentagonales. Par un léger choc, la matière se détache de son support de verre, mais en laissant des parties adhérentes, illustrant en quelque sorte la structure interne de chaque cellule. Les limites des cellules sont marquées par un trait opaque d'alumine bordé de chaque côté par un dépôt adhérent organisé en franges normales au trait médian. Au centre de chaque cellule, sans aucune exception, est resté un noyau adhérent, remarquablement circulaire, bordé d'une ou deux enveloppes concentriques. Dans certaines cellules enfin, l'intervalle séparant le noyau des parois n'est pas resté complètement dénudé, et l'alumine non détachée indique une structure rayonnée partant du noyau pour aboutir normalement aux parois.

» *c.* Nous avions déjà observé à la surface de certains verres dépolis par leur recuit à la flamme du chalumeau des colonies de cellules microscopiques qui, par transparence, présentaient un noyau paraissant obscur, lorsque les parois se dessinent en clair. Nous avons rencontré, dans l'intéressante collection de M. Parra, des échantillons de verres sur lesquels ces mêmes cellules sont visibles à l'œil nu, et où la structure des noyaux est plus aisément discernable.

» Les cellules se présentent sur une mince couche dévitrifiée translucide recouvrant des plaques de verres moulées et refroidies très lentement, d'ailleurs complètement dissemblables par leurs compositions chimiques ([3]).

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 1327.

([2]) *Bull. Soc. Encouragement,* septembre 1900.

([3]) Crown à haute dispersion Parra-Mantois 3371. Baryum-crown Parra-Mantois 4265.

» Les noyaux apparaissent commes des taches noires, circulaires ou elliptiques, se découpant nettement sur la blancheur opaline du fond. Au microscope, chaque cellule se montre séparée de la masse sous-jacente par une sorte de cassure conique, présentant des stries conchoïdales caractéristiques, et s'arrêtant au contour du noyau, en même temps qu'apparaissent des franges colorées concentriques à ce même contour.

» En détachant avec précaution la croûte superficielle, subsiste, sur la surface mise à nu, un moulage en relief des parois cellulaires et du noyau. L'aspect observé est comparable à celui qui se remarque souvent sur la tôle émaillée après détachement spontané de l'émail craquelé. Enfin des aspects identiques à ceux des verres peuvent être obtenus par la dessiccation spontanée de cubes de colle forte coulés dans des moules de carton.

» Les expériences de M. Bénard [1] pourraient être le lien naturel de ces diverses observations.

» En ce qui concerne le collodion, l'aspect du réseau rappelle bien celui du régime *semi-régulier* du spermaceti fondu; comme dans ce dernier, des grains de lycopode, projetés sur la nappe, sont rejetés sur les parois et gagnent ensuite les sommets du réseau; quant au noyau central observé, il correspondrait à la partie axiale du tourbillon que M. Bénard représente comme une sorte d'hyperboloïde à une nappe.

» Dans l'alumine et dans le verre, les cellules sont beaucoup moins régulières et rappellent plutôt celles qui se produisent à l'origine de la division du spermaceti. Les ruptures survenues dans ces substances fragiles, par suite des tensions de retrait, ont d'ailleurs pu briser la continuité de la nappe, échappant dès cet instant à son évolution normale. Quant aux noyaux adhérents de l'alumine et de l'émail craquelé, et aux apparences de noyaux dans le verre et la colle forte, ils peuvent être envisagés comme des *témoins* de l'organisation tourbillonnaire primitive, et mettre en évidence les surfaces de séparation de la région axiale et de la gaine périphérique où se manifestent les mouvements de convection.

» Cette conformité assez satisfaisante de la structure de nos cellules de retrait avec celles que M. Bénard a observées dans les nappes liquides, abandonnées au rayonnement thermique, donne à penser que la division des pâtes humides par dessiccation spontanée, peut avoir son origine dans une division tourbillonnaire analogue. Les cellules ainsi formées apparaîtraient alors comme les moules primitifs où viendraient s'exercer les tensions de retrait. De la composition plus ou moins concordante de ces

---

(1) *Revue générale des Sciences*, nos 23 et 24 (1900).

deux phénomènes résulteraient alors les formes variées que nous présente l'observation. Un raisonnement analogue s'appliquerait aussi bien, d'ailleurs, aux fissures de retrait par rayonnement calorifique.

» Dans plusieurs de nos observations enfin, l'évaporation d'une vapeur ou d'un gaz pouvant être plutôt mise en cause que la convection calorifique dans la division cellulaire (vapeur d'éther, vapeur d'eau), on peut se demander si le départ de gaz n'intervient pas non plus, dans une certaine mesure, dans le cas des métaux fondus et du verre. La première supposition n'a rien d'invraisemblable; et à l'appui de la seconde nous pouvons signaler combien, au témoignage de M. Parra, le dégagement de gaz rend délicate la fabrication des nouveaux verres d'optique et, d'autre part, le rôle qu'attribuent certains auteurs à une volatilisation alcaline, dans la dévitrification de certains verres. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Oxydation de l'ammoniaque et des amines par action catalytique.* Note de M. **A. Trillat** (¹), présentée par M. Arm. Gautier.

« J'ai examiné, dans des Notes précédentes, les transformations que subissent les alcools des principales séries sous l'influence catalytique du platine (²). Après avoir établi l'analogie des réactions entre la spirale de platine et les corps poreux, j'ai indiqué les diverses applications que l'on peut en tirer, notamment dans la théorie de la formation des hydrates de carbone, dans celle de l'éthérification dans les végétaux, etc.

» L'étude de l'action catalytique sur les composés azotés est au moins aussi importante : elle se rattache, jusqu'à un certain point, à la chimie des matières albuminoïdes; elle peut être de nature à nous renseigner sur la présence de certains composés dans la désagrégation des albuminoïdes.

» Voici le résumé des essais qui ont été entrepris sur l'ammoniaque et les ammoniaques composées. L'appareil dans lequel s'est effectuée l'oxydation est formé d'une spirale de platine de $\frac{1}{5}$ de millimètre d'épaisseur, d'une longueur de 20^{cm} et renfermée dans un tube de verre vertical, refroidi par un courant d'eau. La spirale peut être portée à la température d'incandes-

(¹) Cette Note a été présentée dans la séance du 29 décembre 1902.

(²) *Comptes rendus*, 1901 et 1902.

cence et amorcée par un courant électrique : les tubes d'arrivée et de sortie des gaz sont formés par les conducteurs mêmes [1].

» On a successivement expérimenté sur l'ammoniaque, les amines primaires, secondaires et tertiaires de la série grasse, puis sur quelques amines de la série aromatique.

» *Ammoniaque.* — Il est connu qu'un mélange de gaz ammoniac et d'oxygène entretient l'incandescence d'une spirale de platine; on fait même de cette observation une expérience de cours.

» En m'appuyant sur les précédents essais sur l'alcool qui avaient démontré l'action favorable de la présence de l'eau dans les réactions de contact, j'ai entraîné l'ammoniaque par la vapeur d'eau ; on peut évaluer à environ 5 pour 100 le poids d'ammoniaque contenu dans le mélange gazeux. La spirale de platine ayant été préalablement chauffée, si l'on interrompt le courant après quelques minutes, l'incandescence se maintient, malgré la présence de la vapeur d'eau, en même temps que l'on voit se former d'abondantes vapeurs nitreuses dans les récipients. Les produits gazeux ou de condensation ont donné à l'analyse des quantités notables de nitrate et de nitrite d'ammoniaque à côté d'ammoniaque non transformée et d'une petite quantité d'azote libre. En ayant soin de ne pas dépasser la température du rouge sombre, l'analyse quantitative des produits de condensation a fourni les résultats suivants dans deux essais :

	I. Pour 100.	II. Pour 100.
Acide nitreux	14	9
Acide nitrique	3	0,90
Azote	1,8	Traces.

» L'acide nitrique provient vraisemblablement de l'oxydation postérieure de l'acide nitreux. En entraînant du nitrite d'ammoniaque sur la spirale de platine, on convertit en effet une partie du nitrite en nitrate.

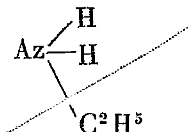
» *Amines de la série grasse.* — J'ai cherché ensuite quels étaient les produits de l'oxydation limitée des amines grasses.

» On a opéré toujours en présence de vapeur d'eau contenant 5 pour 100 environ d'amine : les produits expérimentés ont été la méthylamine, l'éthylamine, les diméthylamine et diéthylamine, la triéthylamine. L'analyse des

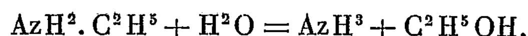
(1) Voir la description détaillée de l'appareil dans le *Bulletin de la Société chimique*, octobre 1902.

produits condensés a révélé la présence de nitrates, de nitrites et celle d'un corps réducteur (aldéhyde acétique ou formique).

» Il y a donc deux phases dans la marche de la réaction. Dans la première, il se produit une désagrégation de la molécule :



» Chacun des deux résidus est oxydé ensuite de son côté. Il semble qu'on puisse faire intervenir 1^mol d'eau, pour expliquer la réaction :



$$AzH^2.C^2H^5 + H^2O = AzH^3 + C^2H^5OH.$$

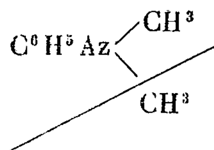
» Cette hypothèse est justifiée par le rôle favorable de l'eau.

» On voit donc que l'on tombe dans les cas, précédemment étudiés, de l'oxydation séparée de l'alcool éthylique et de l'ammoniaque.

» Les amines tertiaires sont moins facilement oxydables que les primaires et les secondaires : la triéthylamine n'a pas subi d'une façon appréciable l'action de la spirale de platine.

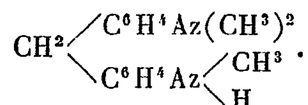
» Il est à remarquer que dans plusieurs cas, notamment en opérant avec l'éthylamine, j'ai obtenu de l'acide cyanhydrique. Cette production n'est pas constante et je n'ai pu arriver à déterminer les conditions qui permettent de l'obtenir à coup sûr. On peut supposer que l'acide cyanhydrique est décomposé au fur et à mesure par les produits qui l'accompagnent.

» *Amines de la série aromatique.* — L'action catalytique s'exerce très peu sur les vapeurs d'aniline, qui passent inattaquées. Par contre, lorsqu'une amine aromatique possède une chaîne renfermant des groupes alkylés, l'oxydation se produit facilement. Tel est le cas pour la diméthylaniline qui, sous l'influence catalytique, s'est désagrégée de la façon suivante :



» Il s'est formé de l'aldéhyde formique qui s'est ensuite condensée avec le résidu de l'amine et 1^mol de diméthylaniline pour fournir une base dont la transformation ultérieure en violet pentaméthylé a permis d'établir la

constitution suivante :



» En résumé, l'action catalytique s'exerce avec une grande activité en présence de l'eau sur l'ammoniaque qui est transformée en nitrite et en nitrate; les amines de la série grasse sont décomposées en donnant les produits d'oxydation résultant de l'action catalytique sur l'ammoniaque et les alcools : enfin, dans le cas des amines aromatiques, l'oxydation semble se porter de préférence sur les chaînes contenant des groupes alkylés. J'indiquerai ultérieurement les interprétations que l'on peut tirer de ces résultats. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Diminution du taux des lécithines dans les laits chauffés*. Note de MM. **Bordas** et **Sig. de Raczkowski**, présentée par M. Brouardel.

» Poursuivant nos recherches sur l'acide phosphorique combiné à la matière grasse du lait, nous avons été tout naturellement conduits à étudier l'influence qu'exerçait la chaleur sur les lécithines qu'il contient.

» Il semble généralement admis qu'il n'y a pas de différences bien appréciables entre la digestibilité d'un lait cru et celle d'un lait bouilli ; certains auteurs prétendent même qu'il n'y a rien de changé dans la composition chimique d'un liquide organique comme le lait, lorsqu'il se trouve porté à l'ébullition.

» De nos expériences résulte cependant qu'en ce qui concerne les lécithines, tout au moins, ces conclusions ne semblent pas justifiées. C'est ainsi que les dosages de lécithine effectués sur un lait chauffé à feu nu pendant 30 minutes ont donné les résultats suivants :

	Lécithine.	
	En grammes par litre.	Diminution.
Lait non chauffé	0,252	»
Lait chauffé pendant 30 minutes à 60°	0,216	14 %
» » à 80°	0,180	28 %
» » à 95°	0,180	28 %

» Comme on le constate par la lecture du Tableau précédent, le chauffage du lait pendant 30 minutes à 95° à feu nu produit une diminution de 28 pour 100 de la lécithine.

» Si, au lieu de chauffer à feu nu, nous élevons la température au moyen d'un bain-marie, la perte observée est moins élevée.

	Lécithine.	
	En grammes par litre.	Diminution.
Lait non chauffé	0,365	»
» chauffé pendant 30 minutes à 95°, au bain-marie.	0,310	12 %

» Enfin, si l'on chauffe le lait à 105°-110° dans un autoclave, pour le stériliser, on obtient une diminution sensiblement plus élevée que par le chauffage à 95° à feu nu, perte notable puisqu'elle atteint 30 pour 100 de la totalité de la lécithine.

	Lécithine.			
	En grammes par litre.		Diminution.	
	I.	II.	I.	II.
Lait non chauffé	0,252	0,365	»	»
» stérilisé par chauffage pendant 30 minutes à 105°-110° dans un autoclave	0,160	0,255	30 %	30 %

» On voit donc qu'il sera toujours préférable, lorsqu'il s'agira de pasteuriser du lait, de faire cette opération en chauffant le lait au bain-marie, mais que néanmoins le lait ainsi chauffé perdra environ 12 pour 100 de sa lécithine.

» La décomposition d'une partie de la lécithine dans les laits stérilisés à 105°-110° nous permet de comprendre, dans une certaine mesure, le mécanisme des troubles digestifs qui ont été signalés chez certains nouveau-nés soumis au régime exclusif d'un aliment ainsi appauvri. »

ZOOLOGIE. — *Sur la présence de reins labiaux et d'un organe phagocytaire chez les Diplopodes*. Note de M. L. **Bruntz**, présentée par M. Y. Delage.

« La méthode des injections physiologiques, appliquée à diverses espèces de *Glomeris*, Yules et Polydesmes, révèle chez les Diplopodes l'existence de quatre sortes d'organes excréteurs : 1° cellules uriques du tissu adipeux, 2° néphrocytes à carminate accumulés autour du sinus perinervien,

3° tubes de Malpighi, 4° reins labiaux (saccules et labyrinthes). Dans cette Note je ne parlerai que de ces derniers.

» Le *rein labial* est composé de deux parties :

» 1° Un *saccule* terminal éliminant le carminate;

» 2° Un *labyrinthe* faisant communiquer le saccule avec l'extérieur.

» Si, après injection de carminate à un Diplopode quelconque, on enlève les téguments dorsaux des premiers anneaux et de la tête, on remarque autour de l'œsophage ou intestin antérieur un anneau de tissu coloré en rouge par du carminate éliminé. Cet anneau est composé des deux saccules accolés l'un à l'autre. Ils sont plus ou moins ovoïdes, à surface irrégulièrement mamelonnée. En les écartant un peu du tube digestif on constate que chacun communique avec un tube long, plus ou moins contourné et débouchant à l'extérieur. Des coupes sériées d'animaux injectés montrent que chaque saccule est constitué par un sac divisé par des cloisons en petites chambres, mais limitant au centre une cavité plus vaste. Parois et cloisons sont intérieurement tapissées de petites cellules dont le cytoplasme est rempli de carminate. Les coupes montrent aussi qu'il existe une large ouverture faisant communiquer le saccule et le labyrinthe.

» Très développé chez les Yules, le labyrinthe ne dépasse pas le second anneau chez les *Glomeris*, il est un peu plus long chez les Polydesmes. De la partie inférieure du saccule, le labyrinthe descend à une distance variable suivant les genres en passant latéralement et sous le tube digestif. Puis il se recourbe brusquement pour remonter le long de l'œsophage et, après avoir dépassé le saccule, chaque tube s'incline du côté de la ligne médiane pour aller déboucher au dehors. Chaque labyrinthe a un orifice situé sur le *gnathochilarium*, du côté externe entre les parties appelées par Latzel : *lobes linguaux* et *malæ gnathochilarii interiores*.

» Après injection de carmin d'indigo, on constate que ce réactif s'élimine rapidement par chacun des labyrinthes, ce qui prouve qu'ils sont eux-mêmes fonctionnels et ne servent pas uniquement de canaux excréteurs aux saccules.

» Il existe donc, entre les *reins labiaux* des Diplopodes et les *reins antennaires* et *maxillaires* des Crustacés, une analogie frappante au double point de vue anatomique et physiologique, ce qui explique mes dénominations.

» *Historique*. — Les organes que je viens de décrire ont été signalés depuis longtemps, mais leurs rapports étaient ignorés, leur fonction inconnue. Seul, Ramdhor (1811) avait vu la communication entre le saccule et le labyrinthe. Tréviranus (1817), Plateau (1878) et les auteurs suivants ne la retrouvent pas. Pour ce dernier, les saccules sont des masses adipeuses. Plus récemment, Vissart, Rossi (1902) disent ignorer leur vraie nature et les trouvent constitués par de petits globules analogues à de la graisse. Sylvestri (1902) en fait sa quatrième paire de glandes, débouchant directement à la partie postérieure et ventrale de la bouche. Quant aux labyrinthes, tous les auteurs cités plus haut les ont étudiés et décrits sous les noms de *glandes salivaires* ou de *glandes antérieures*.

» *Organe phagocytaire.* — Il existe chez les Diplopodes un organe phagocytaire typique que les injections d'encre de Chine mettent en évidence. M. Cuénot m'a signalé son existence chez *Glomeris marginata* Villers, et je l'ai retrouvé facilement chez les autres espèces et chez les Yules.

» Une dissection dorsale montre, de chaque côté de la chaîne nerveuse, deux bandes noires, plus larges chez les *Glomeris* que chez les Yules, constituées par un tissu dont les cellules absorbent les particules solides de l'encre. Des coupes transversales montrent que, chez les *Glomeris*, ces cellules tapissent le plafond du système du sinus perinervien. La partie supérieure de ce système est recouverte par une couche plus ou moins épaisse de cellules excrétrices (néphrocytes à carminate). Chez les Yules, ce sont surtout les faces latérales du même sinus qui sont recouvertes par les cellules capturant l'encre de Chine. Cette disposition explique les différences d'aspect que présentent les deux dissections. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur un nouvel ergomètre.* Note de MM. **Th. Simon** et **J.-Ch. Roux.**

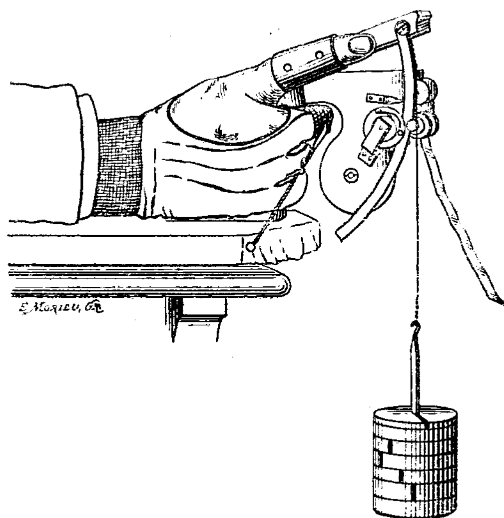
(Commissaires : MM. Marey, Lannelongue.)

« Nous avons cherché à réaliser un appareil permettant de déterminer le travail mécanique ou l'effort fourni par un muscle bien isolé de l'organisme humain. Le muscle qui nous a paru répondre le mieux à ces indications est le premier interosseux dorsal qui produit l'abduction de l'index. D'après Duhenne de Boulogne, l'extenseur commun des doigts pourrait seul l'aider dans cette action, mais le mouvement d'abduction de l'index produit par ce muscle est toujours extrêmement limité.

» L'appareil que nous avons fait construire par M. Rorsten est essentiellement constitué par une crosse de pistolet que l'on peut saisir à pleine main et qui est fixée à demeure sur un plateau servant à immobiliser l'avant-bras. Un point important est, en effet, l'exacte fixation de la main et de l'avant-bras, afin de se mettre à l'abri des mouvements anormaux et des suppléances musculaires qui risquent d'intervenir quand la fatigue survient. L'avant-bras est facilement maintenu par deux courroies sur le plateau, la main étant de préférence en flexion dorsale légère. La fixation de la main est assurée par un gant spécial, immobilisant, autour de la crosse, tous les doigts, sauf l'index. On peut utiliser l'appareil pour la main droite et la main gauche.

» La crosse étant saisie à pleine main, l'index reste étendu horizontalement. Il est étroitement fixé à une tige de cuivre articulée à la partie supérieure de la crosse du pistolet, de telle sorte que l'articulation de la tige corresponde à l'articulation métacarpo-phalangienne de l'index. La tige de cuivre suit ainsi très exactement tous les mouvements d'abduction et d'adduction de l'index, s'élevant et s'abaissant avec lui.

Cette tige de cuivre mesure 10^{cm} depuis son articulation jusqu'à son extrémité terminale; à cette extrémité est suspendu, par un fil d'acier, un poids plus ou moins lourd, suivant les besoins de l'expérience. Pour que le poids conserve toujours sa valeur lorsque la tige de cuivre s'élève de plus en plus haut au-dessus de l'horizontale, on a fixé à l'extrémité antérieure de la tige un arc de cercle, qui a précisément la longueur de cette tige pour rayon. A mesure que la tige s'élève, le fil auquel le poids est suspendu s'enroule sur l'arc de cercle, agissant toujours suivant sa tangente, c'est-à-dire, quelle que soit la position de la tige, à l'extrémité d'un levier invariable de 10^{cm}. Comme il est enfin intéressant de connaître les hauteurs successives auxquelles est soulevé un poids par des contractions successives du muscle dans une expérience



assez prolongée, nous avons ajouté à l'appareil un système enregistreur d'une grande simplicité. Par un mécanisme qu'il est inutile de décrire ici en détail, chaque mouvement du levier entraîne une mince bande de papier d'une longueur exactement égale à la hauteur à laquelle a été soulevé le poids. Une pointe marque sur la bande de papier chaque fois que le levier revient à son point de départ. Après une expérience donnée, la longueur totale de la bande de papier permet de mesurer, le poids étant connu, le travail mécanique total accompli par le muscle. Les points marqués sur la bande de papier limitent les hauteurs successives de soulèvement du poids.

» Il nous a semblé que l'appareil ainsi constitué permettait d'étudier, comme l'ergomètre de Mosso, mais avec plus de sécurité, le travail mécanique accompli par un muscle isolé. L'appareil peut aussi servir à déterminer le poids maximum que peut soulever le muscle étudié. Dans cette recherche, on supprime l'appareil enregistreur et l'on installe une sonnerie électrique qui, par rupture du courant, cesse de sonner dès le moindre

soulèvement du poids. L'appareil est ainsi transformé en un dynamomètre, où les conditions d'adresse du sujet ne peuvent intervenir. Enfin la situation superficielle du muscle que nous avons choisi permet d'étudier, dans des conditions assez favorables, le travail de ce muscle sous l'influence des excitations électriques. »

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'étude des réflexes locomoteurs.* Note de M. **Maurice Philippson**, présentée par M. Marey.

« Au cours de recherches que nous avons entreprises sur la durée des actes réflexes, nous avons pratiqué chez le chien la section transversale totale de la moelle dorsale.

» Nous avons vu alors s'exécuter, dans les membres postérieurs de ce chien, dont la moelle lombaire est entièrement séparée des centres supérieurs, un ensemble de mouvements coordonnés et rythmés ressemblant d'une manière frappante aux mouvements normaux de la marche ou de la course. *Ces mouvements sont aussi bien coordonnés que si la moelle était encore en relation avec les centres sus-jacents.* A côté de ces mouvements prenant naissance, du moins en apparence, d'une manière spontanée, nous avons pu déterminer l'apparition d'un grand nombre de réflexes directs ou croisés qui permettent de décomposer l'acte locomoteur en ses éléments sensitivo-moteurs.

» Voici brièvement nos observations :

» Le train postérieur est insensible, le chien ne peut pas se dresser sur ses pattes postérieures, la paraplégie est manifeste.

» L'examen des réflexes donne le résultat suivant :

» *Réflexe I.* — Lorsque l'animal est maintenu par un aide de telle sorte que les pattes postérieures pendent librement, ces pattes, sans que nous ayons recours à aucune excitation, présentent des mouvements alternatifs de flexion et d'extension. La flexion d'une patte correspond exactement à l'extension de l'autre. Nous avons vu ces mouvements persister pendant des observations durant plus d'une heure.

» Si l'on exerce une légère traction sur la queue de l'animal, les mouvements s'accélèrent fortement et semblent prendre un rythme de galop.

» *Réflexe II.* — En percutant les condyles du fémur immédiatement au-dessus du niveau de la rotule, on obtient du côté frappé une réaction faible; du côté opposé, une réflexion de la jambe sur la cuisse, la cuisse restant fléchie sur le tronc. Cette position de la patte persiste, le membre étant le siège de véritables contractions tétaniques.

» *Réflexe III.* — La flexion forcée de la jambe sur la cuisse détermine l'extension de la jambe et du tarse du membre opposé, la cuisse restant fléchie.

» *Réflexe IV.* — Par le tiraillement de la peau de la région inguinale, on obtient l'extension de la jambe, du tarse, et le début de l'extension de la cuisse.

» *Réflexe V.* — Une excitation faible de la partie plantaire des phalanges produit la flexion des métatarses. L'attouchement des poils peut suffire à déterminer ce réflexe.

» *Réflexe VI.* — Une excitation plus forte de la même région produit un réflexe très intéressant : la patte se détend par une extension violente de la cuisse et de la jambe. C'est, de tous les réflexes observés par nous, celui qui est le plus intense et le plus rapide. Ce mouvement nous paraît, dans la marche normale, déterminer la projection du corps en avant.

» *Réflexe VII.* — Lorsque nous augmentons encore l'excitation (choc) appliquée au même endroit, nous obtenons une flexion rapide des divers segments du membre excité. Par suite de cette flexion, le réflexe III entre en jeu et le membre opposé entre en extension.

» En coordonnant ces divers réflexes, on arrive à reconstituer la marche dont on se trouve ainsi avoir analysé isolément les actes sensitivo-moteurs.

» Considérons le moment où une patte commence son extension : le pied arrive en contact avec le sol, la flexion des métatarses se produit par l'effet du réflexe V et la plante du pied s'appuie sur le sol. Cet appui produit une détente musculaire brusque qui projette l'animal en avant (réflexe VI). Le choc produit par cette détente détermine la flexion du membre arrivé à la limite de son extension (réflexe VII). Le tiraillement inguinal du membre causé par cette même extension brusque détermine l'extension du membre opposé jusque-là en flexion (réflexe IV). Cette action est renforcée par le réflexe III mis en jeu par la flexion de l'autre membre. Le cycle est ainsi fermé et la marche, dans le train postérieur du chien, se trouve réduite à une suite de réflexes déterminés les uns par les autres.

» Nous avons l'intention de poursuivre ces recherches par les méthodes graphiques et chronophotographiques. Elles nous permettront de préciser les rapports entre les phénomènes observés par nous et ceux de la locomotion normale.

» Ces observations permettent aussi de démontrer ou de confirmer l'influence inhibitrice des centres supérieurs et du cerveau ainsi que l'importance des réflexes croisés au point de vue de la coordination des mouvements bilatéraux. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la reviviscence du cœur. Rappel des battements du cœur humain trente heures après la mort.* Note de M. A. **Kuliako**, présentée par M. Marey.

« On sait que le cœur d'un animal conserve ses battements quelque temps après la mort. Plusieurs auteurs ont cherché la durée de cette survie ; on l'a observée, chez des suppliciés, près de trente heures après la décapitation. Quand ces mouvements sont arrêtés, on les a pu rappeler par des injections de sang artériel dans les artères coronaires.

» En 1901 le docteur anglais Locke substitua à l'emploi du sang celui d'une solution saline contenant les éléments minéraux du sang avec addition d'une faible quantité de dextrose. La formule de cette solution est la suivante : eau distillée, 100^g; $CaCl$, $0^g,02$; KCl, $0^g,02$; $NaHCO^3$, $0^g,02$; $NaCl$, $0^g,9$; dextrose, $0^g,1$.

» Ce liquide, convenablement chauffé et saturé d'oxygène pur, entretient, avec une énergie constante, les battements du cœur d'un lapin pendant plus de 12 heures. Il permet d'inscrire les mouvements de cet organe et d'étudier les influences de diverses substances chimiques ou médicamenteuses, ainsi que les effets des actions mécaniques.

» Au commencement de cette année, j'ai décrit (*Arch. f. d. gesammte Physiol.*, t. XC, p. 461), une expérience dans laquelle j'ai pu constater une énorme résistance du cœur des animaux *à sang chaud*, attendu que j'ai pu ramener à l'activité rythmique le cœur du lapin, à l'aide du renouvellement de sa circulation, après une pause complète et assez longue de ses pulsations (44 heures), due à l'arrêt circulatoire. En poursuivant ces recherches, j'ai pu pousser plus loin la limite de la reviviscence du cœur, et arriver à faire apparaître les pulsations de cet organe (au moins dans certaines régions) chez le lapin et chez les oiseaux, 3, 4 et même 5 jours après leur arrêt.

» Toutefois, dans ces recherches, le cœur, pris à l'état complètement frais, provenait d'animaux sains. On n'aurait pas supposé que le cœur d'animaux morts à la suite d'une maladie quelconque, au lieu d'être tués, pût être aussi ranimé. Cependant, j'ai pu ranimer le cœur d'un lapin à l'aide de la circulation artificielle plus ou moins prolongée, 2, 3 et même 4 jours après la mort spontanée, et ce cœur, isolé du corps, a fonctionné plusieurs heures.

» Il était facile, maintenant, de concevoir que la même expérience ne serait pas absolument impossible et sans résultat sur le cœur de l'homme.

En effet, j'ai pu, après une recherche préliminaire, ranimer, le 3/16 *août de cette année, le cœur d'un enfant, âgé de* 3 *mois, mort à la suite d'une pneumonie double.*

» Le cœur a été enlevé sur le cadavre, 20 heures après la mort, porté au laboratoire sans précautions spéciales et soumis à une circulation artificielle d'après la méthode de Langendorff et avec le liquide de Locke, chaud et saturé d'oxygène. Le cœur resta longtemps immobile; c'est après 20 minutes seulement que de faibles contractions rythmiques sont apparues, d'abord dans les tissus, puis dans le ventricule droit; finalement le cœur entier a donné des pulsations régulières pendant une heure.

» Cette expérience, j'ai pu la répéter plus tard sur d'autres cœurs humains et j'ai réussi plusieurs fois à provoquer des pulsations dans les tissus et les oreillettes, 30 heures après la mort, malgré la formation de caillots volumineux dans le cœur.

» Ces recherches, dont la valeur pratique ne peut pas être estimée, me semblent avoir un grand intérêt théorique, d'autant plus que, jusqu'à présent, on ne trouve aucune expérience sur l'emploi de la circulation artificielle avec de l'eau salée dans le cœur humain et l'on n'aurait pu supposer que la résistance du cœur fût aussi grande après la mort naturelle.

» Il est aussi à remarquer que, dans certaines formes de maladies au moins, l'arrêt du cœur, c'est-à-dire sa mort apparente, étant occasionné, non par son épuisement, mais par l'accumulation de certaines substances (probablement des produits du métabolisme anormal) dans ses tissus; l'activité rythmique du cœur peut reprendre après l'élimination de ces produits au moyen du lavage. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la physiologie de la peau dans un cas d'autoplastie.* Note de MM. **N. Vaschide** et **Cl. Vurpas.**

« Un cas intéressant d'autoplastie, que M. le Docteur Doyen [1] a bien voulu mettre à notre disposition, nous a permis d'apporter quelques contributions à cette question particulièrement intéressante, des relations entre la vie et le rôle de la peau, d'une part, et, d'autre part, ses rapports avec le système nerveux central.

» Il s'agissait d'une dame M..., qui fut atteinte, le 29 décembre 1901, de brûlures étendues, à la suite de l'explosion d'un réchaud à essence. Ce fut surtout le bras droit

---

[1] Nous remercions vivement M. le Docteur Doyen, pour son obligeance à nous signaler ce cas et à nous permettre les recherches expérimentales.

qui fut atteint. Au dire de M..., les parties sous-jacentes étaient totalement mises à nu; on voyait les muscles, les tendons, les os. Quatre mois et demi environ après l'accident, M. Doyen tenta sur elle une opération d'autoplastie. Le bras fut placé sous la peau du ventre, de façon qu'elle le recouvrît dans toute l'étendue de la partie dénudée, et qu'elle lui formât comme un véritable manchon enveloppant. La malade resta ainsi dix-sept jours, après quoi la peau fut sectionnée et le bras put reprendre ses fonctions. Les parties ainsi recouvertes par la peau du ventre sont : la face dorsale de la main et la plus grande partie de la face postérieure de l'avant-bras. La peau, à ce niveau, présente tous les caractères de la peau du ventre, principalement le panicule adipeux particulièrement abondant, notablement diminué d'épaisseur depuis le début de l'autoplastie. On note également la présence de quelques poils fins à la surface de la peau.

» Au début de l'autoplastie, M... avait la sensation d'un corps étranger isolant, « comme de l'ouate », appliqué à la surface du dos de la main et de l'avant-bras. Cette sensation dura plusieurs mois, puis disparut peu à peu.

» Après l'opération, M... eut pendant quelque temps la sensation que les divers corps qu'elle touchait étaient bien plus froids qu'ils ne l'étaient en réalité; ils étaient « comme de la glace, » à son dire.

» Actuellement, la sensibilité revient peu à peu du côté de la main. On note l'existence d'une zone relativement hyperesthésiée, dans toute une région où l'application de la peau sur les parties sous-jacentes est particulièrement immédiate et adhérente.

» Au point de vue trophique, on observe que le froid provoque sur le côté interne de la main, au niveau de toute la région périphérique de la greffe, de petites ampoules qui durent quelques minutes puis disparaissent peu à peu.

» La sensibilité au tact est bien plus fine du côté sain. Du côté non opéré, M... perçoit nettement une aiguille du poids de $0^g,05$; du côté autoplastié, il en faut une du poids de $0^g,7$.

» La sensibilité au chaud et au froid est à peu près la même des deux côtés.

» La sensibilité aux excitants électriques est la même des deux côtés.

» M... localise aussi exactement les sensations du côté autoplastié que du côté sain.

» Au niveau du poignet, on note une disparition presque totale de la sensibilité. M... se blesse sans éprouver de sensation sur le moment; ce n'est que plus tard que la douleur survient.

» Lorsque le temps va changer, M... dit qu'elle éprouve des sensations de pression, de pincement sous la peau autoplastiée; il lui semble que « quelque chose la serre sous la peau de la main de ce côté ».

» Au point de vue vasomoteur, on remarque que la tache blanche provoquée par la pression digitale disparaît bien plus rapidement dans la zone autoplastiée que dans les régions avoisinantes ou du côté sain.

» Lorsque le sujet a eu la main exposée quelques instants au froid et qu'on trace une ligne avec la tête d'une épingle, on note un phénomène intéressant. Il ne se produit d'abord rien, pendant 20 à 25 secondes environ; puis, à ce moment, se dessine une ligne blanche, large de 3^{mm} à 4^{mm}, sans aucune rougeur périphérique, et tranchant très nettement sur la coloration normale de la peau. Cette ligne blanche dure environ 5 minutes, puis s'efface peu à peu. On dirait un véritable dermographisme en sens inverse, phénomène qui ne se produit pas du côté sain.

» Au point de vue de la calorification, un thermomètre à température locale, appliqué en des points symétriques du côté autoplastié et du côté sain, a donné les résultats suivants :

Côté sain.... 34°,2. Côté autoplastié.... 33°,4.

» De l'étude de ce cas, voici ce que nous nous croyons autorisés à admettre :

» I. La peau autoplastiée a gardé sa sensibilité propre, tout en s'adaptant aux régions sous-jacentes. Des relations anatomiques paraissent s'être développées, et c'est la seule manière de comprendre qu'une excitation tactile, provoquée sur la région, arrive à la conscience du sujet et soit traduite par une réaction sensorielle de même nature que celle des autres régions de la peau qui l'environnent. En dehors de la sensibilité tactile, le sujet a conservé et adapté sa sensibilité thermique, et conserve même une localisation assez précise des excitations provoquées.

» II. La peau autoplastiée a conservé des réactions vasomotrices, dans une grande mesure indépendantes de celle des régions environnantes.

» Il semble que la peau transplantée ait gardé, à ce point de vue, une autonomie vasomotrice qui lui permet d'avoir ses réactions propres, différentes de celles qui se produisent sur les diverses régions de la peau non autoplastiée. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblements de terre à Smyrne.* Note de M. Yung, présentée par M. Mascart.

(Les épreuves jointes à cette Note sont renvoyées à la Commission des Tremblements de terre.)

« Smyrne, le 16 décembre 1902.

» Depuis trois mois le sismographe Cancani, très sensible, enregistre de petites secousses sismiques plus fréquentes qu'à l'ordinaire; leur énumération serait longue et de peu d'intérêt, ces secousses n'étant sensibles qu'au sismographe seul.

» Dans la soirée du 23 novembre à $10^h 14^m 38^s$, un fort tremblement de terre a ébranlé Smyrne, il a été ressenti d'autant plus que les secousses en ont été verticales, sa durée a été de 5 secondes et demie. La direction initiale était SSW-NNE et la plus forte secousse suivait la direction N-S. En effet, les journaux nous ont rapporté que le tremblement de terre avait été ressenti à Chio et à Mételin.

» Tout fait croire que le centre de ces mouvements sismiques est Smyrne, car les pays environnants n'out ressenti que des commotions plus légères.

» Les renseignements qui suivent nous ont été fournis par les administrateurs des lignes de Cassaba et d'Aidin :

Cordelio	$10^h.12^m.4^s$	E-W	Magnésie.....	$10^h.13^m.4^s$	S-N
Horoskeui....	10.13.4	»	Chobanissa...	10.13.7	»
Salihli	10.13.3	»	Cassaba......	10.13.4	»
Monavak.....	10.14.6	»	Sardes.......	10.13.3	»

La plupart des villes de la ligne d'Aidin ont aussi ressenti de légères secousses.

» Les journaux n'ont mentionné aucun dégât dans les pays environnant Smyrne. Ici, cependant, il y a eu plusieurs bâtiments lézardés et quelques murs renversés dans la direction S-N.

» Ce premier tremblement de terre a été suivi par les trois suivants : le premier a eu lieu le 24 novembre à $12^h 3^m 21^s$ du soir; il a été faible et a duré 3 secondes et demie; le deuxième, qui a été sensible et qui a duré 15 secondes, a eu lieu à $1^h 29^m 17^s$ du matin, et le troisième, qui a été faible, a duré 4 secondes et demie et a eu lieu à $11^h 7^m 5^s$.

» Le 4 décembre, nous apprîmes par dépêche qu'une forte secousse sismique, mais très courte et sans conséquence, s'était fait ressentir à $8^h 5^m$ du soir à Banaz-Otourak et à Toumlou-Bounar : cette dernière localité située à 10^{km} d'un cratére d'un volcan éteint.

» Le lendemain 5 décembre, un assez fort tremblement de terre se fit ressentir à Smyrne à $8^h 9^m 13^s$ du matin, la direction était NE-SW et les plus fortes secousses ont eu la même direction; il a commencé par d'assez fortes trépidations verticales qui ont duré 3 secondes et demie et a été suivi par des secousses moins fortes qui ont duré 13 secondes et demie, ce qui fait une durée totale de 17 secondes. Quelques murs ont été renversés dans la direction mentionnée.

» Ce tremblement de terre a été suivi, le même jour, de deux autres : l'un, faible, suivit le premier à 30 secondes et en dura 14; l'autre eut lieu à $11^h 8^m 47^s$ du matin, il a duré 5 secondes et fut très faible.

» Le 7 décembre au matin deux autres petits mouvements sismiques se sont fait ressentir, le premier à $8^h 5^m$, très faible, d'une durée de 1 seconde et demie; le second, à $8^h 13^m 30^s$, sensible, et d'une durée de 2 secondes et quart.

» Depuis, deux tremblements de terre, qui méritent d'être notés, se sont fait ressentir : le premier, assez fort, a eu lieu le 10 décembre à $4^h 28^m 15^s$ du soir, il a commencé par des secousses assez fortes qui ont duré 8 secondes trois quarts; la durée totale a été de 38 secondes trois quarts. La direction était NE-SW. Le second, faible, quoique sensible, s'est fait ressentir le 13 décembre, à $4^h 27^m 3^s$ du soir, il a duré 48 secondes. La direction était NNE-SSW.

» Dix autres tremblements de terre faibles ou très faibles se sont faits ressentir du 9 au 15 décembre et dont la liste suit :

			Durée.
9	décembre à	$10^h.16^m.\ 2^s$ soir..............	$7^s,5$
10	»	9.47.15 matin............	2,5
10	»	12.51.10 soir..............	3,5

				Durée.
10 décembre	à	$7^h.7^m.45^s$ soir	....	$8^s,5$
11	»	11.18.28 matin	....	10
11	»	6.20.30 soir	....	6
12	»	8.19.15 soir	....	45
14	»	9. 2.10 matin	....	1
14	»	10.46.27 matin	....	4^m
15	»	2. 2. 8 matin	....	1

» Les durées et les directions nous ont été données par le sismométrographe Cancani et les pendules horizontaux, et les tracés qui accompagnent ce Rapport sont du sismographe Galli (Palmiéri).

» Le 15 décembre des mouvements sismiques excessivement faibles ont commencé à $10^h 19^m 31^s$ du matin et ont pris fin à $5^h 53^m 34^s$ du soir avec diverses petites intermittences. La direction était N-S et, d'après le tracé du sismométrographe Cancani, ces mouvements sismiques paraissent provenir d'un tremblement de terre très fort et très lointain.

» Nous apprenons par dépêche qu'à Kayaz et à Trianda des secousses très fortes ont été ressenties le 15 décembre à $10^h 20^m$ du matin.[1]

» Le sismométrographe Cancani continue à marquer dans la journée du 16 décembre les mêmes ondulations lointaines mais avec plus d'intermittence.

» Des suppléments au présent Rapport seront donnés ultérieurement s'il y a lieu. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

ERRATA.

(Tome CXXXV, Séance du 29 décembre 1902.)

Note de M. *de Watteville*, Sur les spectres de flammes :

Page 1330, ligne 20, *au lieu de* par le simple emploi de lait, *lisez* par le simple emploi de l'air.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JANVIER 1903,

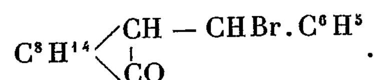
PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux dérivés halogénés des benzylidène- et benzylcamphres droits*. Note de MM. A. **Haller** et J. **Minguin**.

« Dans notre dernière Communication ([1]) nous avons montré que le benzylidènecamphre droit finement pulvérisé se combine directement, à froid, à l'acide bromhydrique dissous dans l'acide acétique cristallisable, pour donner naissance à un benzylcamphre monobromé auquel nous avons assigné la formule de constitution suivante :



» Nous avons également montré qu'en faisant agir l'acide bromhydrique à 100° sur ce benzylidènecamphre, il se forme deux acides auxquels nous avons donné les noms d'*acides benzylidènecampholique* et *phényloxyhomocampholique*. Ces deux composés prennent aussi naissance quand on soumet le benzylcamphre bromé à l'action de la potasse alcoolique.

» Pour distinguer ce dérivé bromé du benzylcamphre des isomères que nous allons décrire, nous l'appellerons *α-bromobenzylcamphre*.

» *Benzylmonobromocamphre* $C^8H^{14}\langle{}^{CBr.CH^2C^6H^5}_{CO}$. — Cet isomère du bromobenzylcamphre α s'obtient en chauffant au bain-marie 40g de benzylcamphre, en disso-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1362.

lution dans 100^g de sulfure de carbone, avec 26^g de brome. Il se dégage de l'acide bromhydrique et la réaction est terminée en quelques heures. On chasse le sulfure de carbone et l'on reprend le résidu par un mélange d'alcool et d'éther. Par évaporation, il se dépose une bouillie cristalline qu'on essore et qu'on dissout de nouveau dans le mélange éthéroalcoolique. On obtient finalement, par cristallisation, de grands prismes fondant à 94°-95° et dont le pouvoir rotatoire dans l'alcool est égal à

$$(\alpha)_D = +61°.$$

» Ces prismes de 93° 10′ appartiennent au système orthorhombique. Pour $b = 1000$, $h = 642,6$. Les faces observées sont $mh_3 g_1 e_1 e_2$.

» Traité par une solution alcoolique de potasse, ce dérivé ne fournit pas l'acide phényloxyhomocampholique $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2 - CHOH.C^6H^5 \\ COOH \end{cases}$ que donne, dans les mêmes conditions, le bromobenzylcamphre; mais un composé ayant la même composition, le même point de fusion et le même pouvoir rotatoire que le benzylidènecamphre droit connu et donnant comme lui l'acide $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2.CH\,OH\,C^6H^5 \\ CO\,OH \end{cases}$, quand on le traite par de l'acide bromhydrique en solution acétique à 100°.

» Nous devons cependant faire remarquer que quels que soient le nombre de cristallisations et la variété des moyens de purification employés, ce corps s'est toujours présenté sous la forme de lames très minces superposées, ne ressemblant pas, de prime abord, au benzylidènecamphre ordinaire, mais appartenant néanmoins au même système cristallin avec les mêmes dérivations. Cette différence dans la cristallisation tient probablement à la présence d'une trace de matière étrangère, à moins que le corps ainsi obtenu soit un stéréo-isomère d'ordre maléo-fumarique à propriétés extrêmement voisines.

» Le départ d'acide bromhydrique aux dépens de ce benzylcamphre bromé peut se faire sous l'action de la chaleur seule. Si, en effet, on maintient en fusion, pendant quelque temps, ce composé, il perd entièrement son acide bromhydrique et l'on tombe encore sur ce benzylidènecamphre.

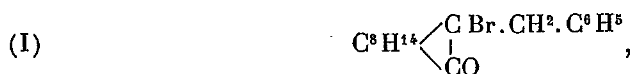
» L'acide bromhydrique en dissolution acétique ne réagit pas à 100° sur ce dérivé bromé.

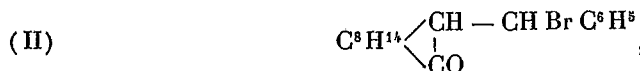
» Les résidus visqueux d'où l'on a séparé le benzylmonobromocamphre qui vient d'être décrit, abandonnés à eux-mêmes, finissent par donner un magma cristallin, d'où l'on retire par un traitement approprié de nouveaux cristaux, fondant à 91°-92°, de pouvoir rotatoire $(\alpha)_0 = +20$, dans l'alcool, et qui ont la même composition que le benzylmonobromocamphre.

» Ce composé soumis à l'action de la potasse alcoolique donne naissance à du benzylidènecamphre droit qui, cette fois, cristallise en gros cristaux ressemblant à ceux qu'on obtient par condensation directe du camphre sodé avec l'aldéhyde benzoïque. Ils fondent à 98° et possèdent le pouvoir rotatoire $(\alpha)_0 = +444°$.

» Le mode de formation et les propriétés des benzylmonobromocamphres obtenus

dans l'action du brome sur le benzylcamphre permettent de leur assigner la formule (I) :





tandis que la formule (II) reviendrait au bromobenzylcamphre.

» Quant aux différences qui existent entre les deux benzylmonobromocamphres, elle ne peut être que d'ordre stéréochimique, d'autant plus que le premier, celui fondant à 94°-95° donne avec la potasse alcoolique un benzylidènecamphre dont les cristaux, tout en appartenant au même système cristallin, diffèrent cependant d'aspect de ceux du benzylidènecamphre ordinaire que fournit le second benzylbromocamphre quand on le traite par une solution alcaline.

» B-*Bromobenzylidènecamphres* : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = CH - C^6H^4Br \\ | \\ CO\end{array}\right.$. — Quand on fait agir sur du benzylcamphre (40g) une quantité de brome équivalente à 2mol (52g), que le benzylcamphre soit en dissolution dans le sulfure de carbone ou qu'il soit solide, on obtient un produit visqueux et incristallisable qu'on fait bouillir avec une lessive de potasse alcoolique. On verse ensuite dans de l'eau et l'on recueille une masse épaisse qui se solidifie à la longue. Le produit, soumis à une série de cristallisations, se présente finalement sous la forme de prismes orthorhombiques de 102°12′ dans lesquels pour $b = 1000$, $h = 1101,5$. Les faces observées sont b_1, e_1, a_2.

» Ces cristaux fondent à 129°-130°, possèdent en solution toluénique le pouvoir rotatoire $(\alpha)_D = +315°$, et sont très solubles dans le benzène.

» Ce dérivé est accompagné d'un autre fondant à 105° et se présentant sous la forme de prismes monocliniques de 92°30′; inclinaison 11°28′. Pour $b = 1000$, $h = 391,8$. Les faces observées sont p, m, g_1, g_3, h_1, e_1, $a\frac{1}{2}$.

» Ses solutions dans le toluène accusent le pouvoir rotatoire spécifique $(\alpha)_D = + 283°$.

» Ces deux corps prennent aussi naissance quand on soumet le benzylcamphre monobromé $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CBr - CH^2.C^6H^5 \\ | \\ CO\end{array}\right.$ à l'action du brome et qu'on traite le produit de la réaction par de la potasse alcoolique.

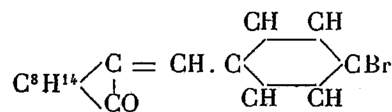
» Ces deux modes de production de ces dérivés montrent nettement qu'ils renferment leur élément halogène dans le noyau benzénique et qu'ils possèdent par conséquent la constitution que nous leur avons assignée plus haut.

» Le dérivé fondant à 130°, oxydé par le permanganate de potasse, donne de l'acide camphorique et de l'acide parabromobenzoïque.

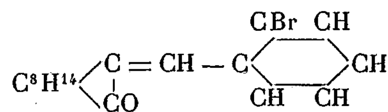
» Le composé, dont le point de fusion est situé à 105°, fournit dans les mêmes conditions de l'acide camphorique et de l'acide orthobromobenzoïque.

» Ces deux monobromobenzylidènecamphres peuvent donc être représentés par

les schémas suivants :

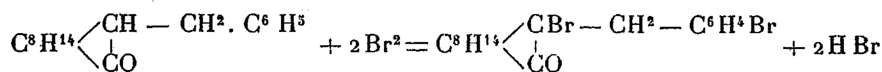


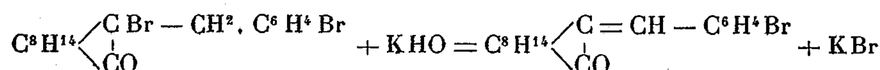
B. *p*. bromobenzylidènecamphre.



B. *o*. bromobenzylidènecamphre.

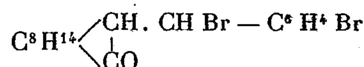
» Leur formation, aux dépens du benzylcamphre, est d'abord précédée de celle de B. bromobenzylbromocamphres qui, sous l'influence de la potasse alcoolique, perdent de l'acide bromhydrique et donnent des dérivés benzylidéniques.





» Le pouvoir rotatoire très élevé que montrent ces deux dérivés, et la propriété qu'ils possèdent de fixer directement de l'acide bromhydrique prouvent nettement que ce sont des composés benzylidéniques.

» Lorsqu'on abandonne, par exemple, le dérivé para au sein de l'acide acétique saturé d'acide bromhydrique, on obtient un produit bibromé



qui possède l'allure du produit d'addition du benzylidènecamphre ordinaire avec l'acide bromhydrique. Chauffé à 100° avec une solution alcoolique de potasse il donne, en effet, naissance, non pas au parabromobenzylidènecamphre primitif, mais à un acide parabromophényloxyhomocampholique



dont le point de fusion, peu net, est situé à environ 120°, et dont le pouvoir rotatoire dans le toluène $\alpha_D = +57°3'$.

» *En résumé*, ces recherches montrent : 1° que le produit d'addition de l'acide bromhydrique avec le benzylidènecamphre se distingue nettement de ses isomères, les benzylbromocamphres, en ce qu'il peut donner naissance, par rupture du noyau, à de l'acide phényloxyhomocampholique, alors que ces derniers ne fournissent, dans les mêmes conditions, que des benzylidènecamphres; 2° que dans l'action du brome en excès sur le benzylcamphre, il se forme d'abord des B. bromobenzylbromocamphres, de la configuration des benzylbromocamphres qui, par la potasse alcoolique,

donnent naissance à des B. bromobenzylidènecamphres; 3° que ces derniers corps, par leur pouvoir rotatoire exagéré, ont bien l'allure de dérivés benzylidéniques du camphre. Remarquons, toutefois, que la présence du brome dans le noyau benzénique semble, néanmoins, amoindrir dans une certaine mesure ce pouvoir rotatoire.

» Les faits observés sur ces singuliers composés pourraient donner lieu à d'autres considérations, mais nous nous réservons de les formuler plus tard, quand nos recherches seront plus avancées. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la glycolyse dans le sang* in vitro. Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud.**

« Nous dosons les matières sucrées du sang, par la réduction et par le polarimètre, dans un extrait préparé de la manière suivante : 60^g de sang sont versés lentement dans un poids à peu près égal de sulfate de soude bouillant, acidulé par l'acide acétique. Après refroidissement, on ajoute 150^{cm^3} d'alcool méthylique et l'on chauffe dans un ballon surmonté d'un réfrigérant ascendant. On filtre; on lave le magma avec 160^{cm^3} d'alcool; on le presse. On réunit les liqueurs et l'on évapore l'alcool au bain-marie.

» Mais le sang du chien renfermant d'une manière à peu près constante, et en forte proportion, diverses conjugaisons de l'acide glycuronique (*Comptes rendus*, 15 juillet 1901 et 17 février 1902), celles-ci déviant toutes à gauche, et certaines d'entre elles n'ayant pas de pouvoir réducteur, le dosage des matières sucrées que renferme ce liquide, soit au moyen de la réduction, soit *a fortiori* avec le polarimètre, ne peut être fait d'une manière exacte que si, préalablement, on a détruit la conjugaison de cet acide.

» C'est en procédant de la sorte que nous avons repris l'étude de la glycolyse du sang *in vitro*, autrefois ébauchée par l'un de nous, en collaboration avec M. Barral :

» 1° Dans les conditions ordinaires le sang artériel, aseptiquement défibriné, maintenu 1 heure dans une éprouvette à 38°-39°C., et dans lequel barbotent des bulles d'oxygène, perd un peu plus de 30 pour 100 de ses matières sucrées;

» 2° Le sang artériel d'un chien bien portant, ayant reçu sur le crâne,

quelques minutes auparavant, un coup de maillet assez violent pour produire une suspension temporaire de la respiration, et des troubles cardiaques, peut renfermer, après avoir séjourné 1 heure à 39° (sang B), autant de matières sucrées qu'au sortir de l'artère (sang A); c'est-à-dire que son pouvoir glycolytique est nul. Nous possédons plusieurs expériences prouvant nettement ce fait. Parfois même nous avons trouvé dans le sang B un chiffre supérieur à celui du sang A. Ce résultat, en apparence paradoxal, s'explique par le fait qu'en général la déconjugaison de l'acide glycuronique se fait plus complètement dans le sang B [1].

» Quant à la suppression de la glycolyse dans le sang d'un chien assommé, elle peut s'expliquer par l'hypothèse qu'une substance toxique empêchant la glycolyse a passé des tissus dans le sang; nous reviendrons prochainement sur ce point;

» 3° Le sang de la jugulaire d'un chien asphyxié lentement depuis une demi-heure, par le mélange d'air et d'une forte proportion de gaz d'éclairage, présentait, avec un peu d'hyperglycémie, un pouvoir glycolytique sensiblement nul;

» 4° Il en était de même du sang artériel d'un chien ayant reçu dans une veine, quelques minutes auparavant, 2 dix-milligrammes d'adrénaline par kilogramme, laquelle avait passagèrement amené une forte élévation de la tension artérielle;

» 5° Ayant ajouté, *in vitro*, à 60^g de sang défibriné d'un chien sain, 2 dix-milligrammes d'adrénaline, nous n'avons pas trouvé que la glycolyse dans ce sang fût notablement diminuée;

» 6° Elle est, au contraire, abolie si l'on ajoute, *in vitro*, 1 pour 100 de fluorure de sodium à du sang défibriné qu'on maintient 1 heure à 38°, alors même que cette addition n'a lieu qu'*une demi-heure* après la défibrination. Nous possédons deux expériences identiques à cet égard. »

---

(1) On pourrait être tenté d'expliquer l'augmentation des matières sucrées en B par l'hypothèse qu'il s'est formé *in vitro* du sucre, ainsi que l'a admis l'un de nous avec M. Barral; mais l'augmentation que nous avons souvent constatée est beaucoup trop considérable pour que cette explication puisse être acceptée.

M. **Bouvier** fait hommage à l'Académie d'un travail sur « *les Bathynomes* », Crustacés isopodes des grandes profondeurs (¹).

« Les éléments primitifs de ce travail se trouvaient dans les Notes laissées à sa mort par A. Milne-Edwards, qui établit le genre Bathynome; M. Bouvier les a complétés largement, étendus aux deux espèces du genre et il a réuni le tout en un Mémoire où il a été heureux de joindre son nom à celui de son ancien maître A. Milne-Edwards, avec lequel il a eu si longtemps l'honneur de collaborer. »

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Sirodot*, Correspondant de la Section de Botanique, décédé.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats à la place d'Académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Damour*.

Cette Commission, qui se réunira sous la présidence du Président de l'Académie, doit comprendre deux Membres pris dans les Sections de Mathématiques, deux Membres pris dans les Sections de Physique, et deux Membres pris parmi les Académiciens libres.

MM. **Berthelot**, **Darboux**, **H. Poincaré**, **Lannelongue**, **de Freycinet**, **Laussedat** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Paléontologie au Muséum d'Histoire naturelle, vacante par l'admission à la retraite de M. *Albert Gaudry*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 54,

M. Boule	obtient.	34 suffrages
M. Depéret	»	20 »

(¹) Ce travail est extrait des *Annals of Museum of comparative Zoölogy*, année 1902.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 48,

M. Depéret obtient. . . . . 44 suffrages
M. Thévenin » . . . . 2 »

Il y a 2 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . . M. **Marcellin Boule.**
En seconde ligne. . . . . . M. **Charles Depéret.**

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Des variations dans l'activité de réduction de l'oxyhémoglobine, au cours d'une ascension en ballon.* Note de M. **Tripet.**

« C'est pour vérifier les résultats obtenus dans l'ascension du 19 novembre 1901 par le Dr Reymond, qu'a été organisée par le Dr A. Hénocque, Directeur-adjoint du laboratoire de Physique biologique au Collège de France, l'ascension du 20 juillet 1902, à laquelle prirent part les Drs Reymond et Tripet, pilotés par le comte Henry de Lavaulx.

» A $10^h 30^m$ du matin, le ballon l'*Éros* (2000^{m^3}) quittait le hangar de l'Aéro-Club, emportant les trois voyageurs.

» Avant de prendre place dans la nacelle, les deux observateurs avaient fait sur eux l'analyse spectroscopique du sang.

» Le Dr Reymond avait 11,5 pour 100 d'oxyhémoglobine et une durée de réduction de 55 secondes; ce qui donnait une activité de réduction égale à 1,03.

» Le Dr Tripet avait 12 pour 100 d'oxyhémoglobine et une durée de réduction de 52 secondes; par conséquent, une activité de réduction égale à 1,18.

» Vers 11^h du matin, à une altitude de 1050^m, le sang du comte Henry de Lavaulx contenait 12 pour 100 d'oxyhémoglobine, avec une activité de réduction de 40 secondes, ce qui portait l'activité des échanges à 1,50.

» Entre 1350^m et 1400^m, la durée de la réduction chez le Dr Tripet était de 45 secondes, correspondant à une activité de réduction égale à 1,33 (examen fait à 11^h du matin).

» Vers $11^h 5^m$, à une altitude de 1420^m, la durée de réduction chez le Dr Reymond était de 42 secondes, donnant une activité de réduction égale à 1,40.

» Vers 12^h, à une altitude de 2050^m, la durée de réduction chez le Dr Tripet était de 42 secondes, correspondant à une activité de 1,46.

» A $12^h 5^m$, ayant atteint une altitude de 2100^m, le Dr Reymond réduisait son oxyhémoglobine en 40 secondes, obtenant une activité de réduction de 1,43.

» Vers $12^h 10^m$, à une altitude de 2250^m, la durée de réduction chez le comte Henry de Lavaulx était de 37 secondes, donnant une activité des échanges égale à 1,60.

» A une altitude de 3000^m, vers $12^h 20^m$, le Dr Tripet avait une durée de réduction de 30 secondes, correspondant à une activité des échanges double de la normale, égalant juste 2.

» A la même altitude, vers $12^h 25^m$, la durée de réduction chez le Dr Reymond étant de 30 secondes donnait une activité des échanges égale à 1,80.

» A $12^h 30^m$, atteignant une altitude de 3300^m, le comte Henry de Lavaulx avait une durée de réduction de 32 secondes, donnant une activité des échanges égale à 1,71.

» A 4000^m, le sang est de nouveau extrait et examiné dans la cuve de l'hématoscope.

» A cette altitude, vers $12^h 40^m$, le sang du Dr Tripet contenait 13 pour 100 d'oxyhémoglobine, avec une durée de réduction de 27 secondes, donnant une activité de réduction égale à 2,30.

» A plus de 4000^m, vers $12^h 45^m$, le Dr Reymond avait également 13 pour 100 d'oxyhémoglobine et une durée de réduction de 32 secondes, correspondant à une activité des échanges égale à 2,03.

» A plus de 4000^m également, le comte Henry de Lavaulx, examiné vers $12^h 50^m$, avait un maximum *énorme* de 16 pour 100 d'oxyhémoglobine, une durée de réduction de 45 secondes et une activité des échanges égale à 1,78.

» Les voyageurs atteignirent ensuite une altitude de plus de 5000^m, se bornant à prendre un repas froid et à observer leur pouls et leurs sensations respectives, lesquelles, d'ailleurs, ne présentèrent aucun caractère pénible ou inquiétant.

» A $2^h 30^m$ la descente commençait lentement et, à 3^h, l'*Éros* atterrissait sans encombre en Seine-et-Marne, à quelques kilomètres de la Ferté-sous-Jouarre.

» Aussitôt revenus sur le sol, un dernier examen donnait chez le Dr Tripet 12,5 pour 100 d'oxyhémoglobine, une durée de réduction de 50 secondes, d'où une activité des échanges égale à 1,25; et chez le Dr Reymond 12 pour 100 d'oxyhémoglobine, et une durée de réduction de 50 secondes correspondant à une activité de réduction égale à 1,15.

» La conclusion logique de ces expériences est la suivante :

» 1° Aux grandes altitudes, la durée de réduction de l'oxyhémoglobine diminue au point d'atteindre et même de dépasser la *moitié* de la durée de réduction normale;

» 2° Cette diminution est presque instantanée en ballon, en l'absence de toute fatigue;

» 3° La proportion d'oxyhémoglobine augmente d'une façon manifeste chez les sujets observés;

» 4° Au retour sur le sol, cette augmentation de l'oxyhémoglobine diminue, ainsi que l'exagération dans l'activité de la réduction, pour se rapprocher de la normale; cependant les deux facteurs restent encore supérieurs à l'état observé au départ.

» En même temps que nous observions les variations si prononcées dans la durée de réduction de l'oxyhémoglobine déterminant une si grande activité des échanges, nous notions avec le sphygmomètre de Verdin, *fraîchement étalonné*, les différences de pression artérielle par centimètre de colonne mercurielle.

» Sur le sol, avant le départ, nous observâmes les pressions radiales suivantes :

» Pour le Dr Reymond, 17^{cm} Hg.; pour le Dr Tripet, 19^{cm} Hg.

» A 1050^{m} d'altitude, la pression radiale était, chez le comte Henry de Lavaulx, de 18^{cm} Hg; chez le Dr Reymond, de 17^{cm} Hg.; chez le Dr Tripet, de 19^{cm} Hg.

» A 2050^{m}, elle n'était plus que de 16^{cm} Hg chez le Dr Tripet.

» A 2200^{m}, elle tombait à 15^{cm} Hg chez le Dr Reymond et à 16^{cm} Hg chez le comte Henry de Lavaulx, à une altitude de 2250^{m}.

» A 3000^{m}, les Drs Reymond et Tripet n'avaient plus qu'une pression radiale de 15^{cm} Hg; et à 3300^{m}, chez le comte Henry de Lavaulx, elle était également au repos de 15^{cm} Hg et, après un effort pour jeter du lest, elle remontait immédiatement à 19^{cm} Hg.

» A 4000^{m}, la pression artérielle, chez le Dr Tripet, s'abaissait à 14^{cm} Hg; à la même altitude, chez le Dr Reymond, elle tombait à 13^{cm} Hg.

» A plus de 4000^{m}, chez le comte Henry de Lavaulx, elle n'était plus que de 14^{cm} Hg.

» Enfin, à plus de 5000^{m} et après le repas, le Dr Tripet avait un pouls à 108, des palpitations cardiaques assez fortes et une pression radiale remontée à 19^{cm} Hg.

» A 5100^{m}, au repos, en finissant de manger, le Dr Reymond avait 96 pulsations et une pression artérielle de 14^{cm} Hg.

» Vers 2^{h} de l'après-midi, à une altitude semblable, il avait de l'oppression, un pouls à 112; et, après un effort, sa pression radiale remontait à 18^{cm} Hg.

» De même, chez le comte Henry de Lavaulx, à une altitude de plus de 5000^{m}, le pouls atteignait 100 sous l'influence d'un effort pour jeter du lest, l'anhélation devenait manifeste, et s'accompagnait de cyanose, et la pression radiale atteignait 21^{cm} Hg. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur une transformation réciproque en Mécanique.* Mémoire de M. **Paul-J. Suchar**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Appell, Painlevé, Humbert.)

« M. Painlevé (1) a étudié des transformations de mouvement qui constituent la généralisation de la transformation homographique en Mécanique, indiquée par M. Appell (2). On peut envisager des transformations

(1) Painlevé, *Journal de Mathématiques*, t. X; 1894.
(2) Appell, *American Journal*, t. XII.

de mouvements distinctes des précédentes, que je désigne sous le nom de transformations réciproques, et qui seront définies comme il suit : Les mouvements de deux points qui ont lieu, l'un par rapport au temps t et l'autre par rapport au temps t_1, seront réciproques si en deux points correspondants de leurs trajectoires, les coordonnées du premier point sont des fonctions des composantes de la vitesse sur les axes de coordonnées du second point, et réciproquement, les coordonnées du second point sont des fonctions qui sont les mêmes des composantes de la vitesse du premier point.

» Si on suppose connues les fonctions qui caractérisent la réciprocité, et si, de plus, on se donne une relation entre les temps t et t_1, les équations qui définissent les deux mouvements seront déterminées.

» Il est évident que si, inversement, on suppose donnée la force qui agit sur un point matériel, et si aucune hypothèse particulière n'est faite sur la force, le mouvement en général ne sera pas transformable en un autre réciproque.

» Je me propose, dans ce travail, de montrer que le mouvement est toujours transformable en un autre réciproque : 1° lorsque la force donnée est centrale; 2° lorsque la force ne dépend que de la position du mobile. On verra que, dans ce dernier cas, il faut en outre que les composantes de la force sur les axes de coordonnées soient proportionnelles à des fonctions linéaires de la position du mobile, le rapport de proportionnalité étant d'ailleurs une fonction arbitraire de la position du même point. »

CORRESPONDANCE.

M. **Léon Labbé** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Damour*.

(Renvoi à la Commission.)

MM. **R. Fosse**, **Liétard**, **Ch. Riquier** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'existence, dans certains systèmes différentiels, des intégrales répondant à des conditions initiales données.* Note de M. **Ch. Riquier**, présentée par M. Appell.

« I. Je dois d'abord rappeler brièvement un résultat que j'ai communiqué il y a quelques années à l'Académie (¹).

» Étant donné un système différentiel *résolu par rapport à certaines dérivées des fonctions inconnues qui s'y trouvent engagées,* nous dirons qu'une dérivée de ces fonctions est *principale* relativement au système, lorsqu'elle coïncide, soit avec quelqu'un des premiers membres, soit avec quelqu'une de leurs dérivées; dans le cas contraire, nous dirons qu'elle est *paramétrique*. Considérons, dans un pareil système, un groupe d'intégrales hypothétiques, développables par la série de Taylor à partir de certaines valeurs initiales, $x_0, y_0, \ldots$, des variables indépendantes $x, y, \ldots$; puis, dans le développement correspondant à chaque inconnue, considérons la *détermination initiale* de cette inconnue, nous voulons dire la portion formée par l'ensemble des termes qui, aux facteurs numériques connus près, ont pour coefficients les valeurs initiales de l'inconnue dont il s'agit et de ses dérivées paramétriques de tous ordres : cela étant, il suffit, pour se donner arbitrairement les déterminations initiales des intégrales hypothétiques, d'imposer à ces intégrales et à telles ou telles de leurs dérivées, en nombre essentiellement limité, la condition de se réduire respectivement, pour les valeurs initiales de tels ou tels groupes de variables, à des fonctions arbitraires des groupes de variables restants. Ainsi se trouve fixé ce que l'on peut appeler l'*économie des conditions initiales* du système.

» II. J'arrive maintenant à l'objet de la présente Note.

» A chacune des fonctions inconnues engagées dans un système différentiel faisons correspondre un entier (positif, nul ou négatif) que nous nommerons la *cote* de cette quantité; puis, considérant une dérivée quelconque de l'une des fonctions inconnues, nommons *cote* de la dérivée en question l'entier obtenu en ajoutant à la cote de la fonction l'ordre total de la dérivée. Cela étant, les systèmes différentiels que nous aurons à considérer ci-après seront tous supposés remplir la condition générale

(¹) Voir *Comptes rendus,* 31 mai 1898.

suivante : *le système est résolu par rapport à certaines dérivées des fonctions inconnues qui s'y trouvent engagées, les seconds membres sont indépendants de toute dérivée principale, et, moyennant l'attribution aux fonctions inconnues de cotes respectives convenablement choisies, chaque second membre ne contient, outre les variables indépendantes, que des quantités (inconnues ou dérivées) dont les cotes ne surpassent pas celle du premier membre correspondant.*

» Supposons actuellement qu'un système différentiel, satisfaisant à cette condition générale et impliquant m fonctions inconnues, se compose de m équations dont les premiers membres soient respectivement des dérivées de ces m fonctions inconnues : *pour que, dans un pareil système, les intégrales hypothétiques répondant à des conditions initiales données existent effectivement et soient uniques, il suffit que certaines fonctions des variables indépendantes, des inconnues et de quelques-unes de leurs dérivées paramétriques présentent, pour les valeurs initiales de leurs arguments, des modules satisfaisant à certaines inégalités.*

» Supposons maintenant que, dans le système différentiel considéré, le nombre des équations soit quelconque par rapport à celui des inconnues, et que deux premiers membres au moins soient les dérivées d'une même inconnue, sans qu'aucun des premiers membres du système soit la dérivée de quelque autre : *pour que, dans un pareil système, les intégrales hypothétiques répondant à des conditions initiales données existent effectivement et soient uniques, il suffit, d'une part, que certaines identités aient lieu, et, d'autre part, que certaines inégalités*, analogues à celles dont parle l'énoncé précédent, *se trouvent satisfaites.*

» Si l'on considère, par exemple, l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{d^2 u}{dx\,dy}=f\left(x, y, u, \frac{du}{dx}, \frac{du}{dy}, \frac{d^2 u}{dx^2}, \frac{d^2 u}{dy^2}\right),$$

l'application à ce cas très simple des théorèmes ci-dessus énoncés conduit au résultat suivant : pour que l'équation dont il s'agit admette une intégrale, et une seule, répondant à des conditions initiales données, il suffit, en désignant par A et B les dérivées partielles du second membre f par rapport à $\frac{d^2 u}{dx^2}$ et $\frac{d^2 u}{dy^2}$ respectivement, que le module initial du produit AB soit inférieur à $\frac{1}{4}$. »

MÉCANIQUE. — *Sur les trajectoires singulières du problème restreint des trois corps.* Note de M. T. **Levi-Civita**, présentée par M. Appell.

« Soient J, S de masses respectives μ, $\nu = 1 - \mu$ les deux corps tournant uniformément (avec une vitesse angulaire égale à l'unité) autour de leur centre de gravité commun. Soit P le troisième corps de masse négligeable.

» Si l'on pose (en prenant $\overline{SJ}$ pour unité de longueur)

$$r = \overline{SP}, \qquad \vartheta = \widehat{JSP}, \qquad \Delta = \overline{JP} = \left|\sqrt{1 + r^2 - 2r\cos\vartheta}\right|,$$
$$V = \frac{1}{\Delta} - r\cos\vartheta, \qquad F = \frac{1}{2}\left\{R^2 + r^2\left(\frac{\Theta}{r^2} - 1\right)^2\right\} - \frac{1}{2}r^2 - \frac{\nu}{r} - \mu V,$$

les équations du mouvement s'écrivent, sous forme canonique, pour ainsi dire, polaire,

$$\text{(I)} \qquad \frac{dr}{dt} = \frac{\partial F}{\partial R}, \qquad \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{\partial F}{\partial \Theta}, \qquad \frac{dR}{dt} = -\frac{\partial F}{\partial r}, \qquad \frac{d\Theta}{dt} = -\frac{\partial F}{\partial \vartheta}.$$

» La signification des variables conjuguées R, Θ se tire des équations elles-mêmes. En effet, les deux premières $\frac{dr}{dt} = R$, $\frac{d\vartheta}{dt} = \frac{\Theta}{r^2} - 1$ nous apprennent que R n'est que la dérivée du rayon vecteur, $\Theta = r^2\left(\frac{d\vartheta}{dt} + 1\right)$ le double de la vitesse aréolaire (absolue).

» D'après une proposition bien connue, précisée par M. Painlevé, dans le problème des trois corps, le mouvement se poursuit régulièrement tant qu'il n'y a pas de choc. Il s'ensuit, pour le problème restreint, que toute singularité du mouvement peut provenir seulement de ce que, t tendant vers une valeur finie t_1, $\lim_{t=t_1} r = 0$ ou bien $\lim_{t=t_1} \Delta = 0$. (Évidemment les deux circonstances ne peuvent pas se présenter à la fois.) Comme les deux corps S, J jouent un rôle symétrique (dans la question, sinon dans la notation) il suffira d'étudier le premier cas.

Proposons-nous donc de caractériser les trajectoires Σ (réelles, cela va sans dire) du système (I), sur lesquelles on a, pour une certaine valeur, d'ailleurs quelconque t_1,

$$(1) \qquad \lim_{t=t_1} r = 0.$$

» Fixons une quelconque de ces Σ.

» Le mouvement étant régulier avant l'instant t_1, r ne s'annule pas pour $t < t_1$; ce n'est pas non plus une constante, d'après (1). Il existe donc des valeurs de t, aussi près que l'on veut de t_1, pour lesquelles $\frac{dr}{dt} = R$ est $\gtrless 0$.

» Ceci posé, considérons le système différentiel réduit qui définit les trajectoires et qu'on tire de (I) en éliminant dt et en tenant compte de l'intégrale de Jacobi $F = -C$, savoir

$$R^2 = r^2 + \frac{2\nu}{r} + 2\mu V - r^2\left(\frac{\theta}{r^2} - 1\right)^2 - 2C.$$

» R étant ainsi défini en fonction de r, ϑ, θ, les équations des trajectoires sont

$$\text{(II)} \qquad \frac{d\vartheta}{dr} = -\frac{\partial R}{\partial \theta}, \qquad \frac{d\theta}{dr} = \frac{\partial R}{\partial \vartheta}.$$

» Les Σ cherchées doivent être naturellement des solutions de (II). Pour les séparer des autres solutions, il va nous suffire de retenir la circonstance suivante :

» Il y a sur toute Σ des valeurs de r, si près que l'on veut de zéro, pour lesquelles ϑ et θ sont des fonctions holomorphes de r.

» C'est ce qui résulte immédiatement de (1) et de la remarque faite tout à l'heure que $\frac{dr}{dt}$ ne s'annule pas identiquement.

» Posons

$$\rho = |\sqrt{r}|, \qquad \vartheta' = \frac{\theta}{\rho^4} - 1;$$

$$\rho^2 W = \frac{\partial V}{\partial \vartheta} = \rho^2 \sin\vartheta\left(1 - \frac{1}{\Delta^3}\right), \qquad \rho P = \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial \rho}[\rho^2(-2C + 2\mu V + \rho^4)];$$

$$H = -\rho R = \pm\sqrt{2\nu - \rho^6\vartheta'^2 + \rho^2(-2C + 2\mu V + \rho^4)},$$

avec quoi V, W, P résultent des fonctions de ρ et de ϑ, régulières, pour toute valeur réelle de ϑ, dans le domaine de $\rho = 0$; H (une fois fixé son signe) une fonction de ρ, de ϑ et de ϑ', régulière au voisinage de $\rho = 0$ pour toute valeur réelle de ϑ et de ϑ'. Cette nouvelle fonction inconnue ϑ' n'est évidemment autre chose que la vitesse angulaire relative $\frac{d\vartheta}{dt}$, comme il suit immédiatement de la relation $\frac{d\vartheta}{dt} = \frac{\theta}{r^2} - 1 = \frac{\theta}{\rho^4} - 1$.

» Le système (II) devient ainsi

$$(\Sigma) \qquad \frac{d\vartheta}{d\rho} = -2\rho^2\frac{\vartheta'}{H}, \qquad \rho\frac{d\vartheta'}{d\rho} = -4(\vartheta'+1) - 2\mu\rho\frac{W}{H},$$

d'où l'on tire

$$(2) \quad \rho H\frac{dH}{d\rho} = \rho H\left(\frac{\partial H}{\partial \rho} + \frac{\partial H}{\partial \vartheta}\frac{d\vartheta}{d\rho} + \frac{\partial H}{\partial \vartheta'}\frac{d\vartheta'}{d\rho}\right) = (\rho^3\vartheta')^2 + \rho^2(P + 4\rho.\rho^3\vartheta').$$

» La forme analytique du système (Σ) (régulier dans le domaine de $\rho = 0$, ce point seulement excepté) permet aisément de conclure que, sur toute trajectoire Σ, ϑ et ϑ' sont nécessairement des fonctions holomorphes de ρ, tant que ρ est > 0 (et assez petit). Pour ρ convergent à zéro, on ne sait rien *a priori*, sinon que $\rho^3\vartheta$ *reste fini* (ce qui est indispensable pour la réalité de H). Mais on démontre successivement:

» 1° D'après (2): la limite inférieure de H, lorsque ρ tend vers zéro, n'est pas nulle.

» 2° D'après la seconde des (Σ):

$$\lim_{\rho=0} \vartheta' = -1,$$

et, par suite,

$$\lim_{\rho=0} H = \pm\sqrt{2\nu}.$$

» 3° D'après la méthode des limites: le système (Σ) admet ∞^1 intégrales $\vartheta(\rho)$, $\vartheta'(\rho)$, holomorphes dans le domaine $\rho = 0$ et se réduisant respectivement pour $\rho = 0$: ϑ à une valeur arbitraire ϑ_0, ϑ' à -1.

» 4° Par une généralisation facile d'un théorème de Briot et Bouquet : il n'existe pas d'autres intégrales de (Σ) satisfaisant à la condition (3) (où il est sous-entendu que ρ tend vers zéro le long de l'axe réel);

» 5° D'après l'équation $dt = \frac{dr}{R} = -2\rho^2\frac{d\rho}{H}$: en prenant pour H la détermination positive, les intégrales holomorphes susdites définissent effectivement des trajectoires Σ (prendre pour H la détermination négative reviendrait évidemment à changer t en $-t$).

» En définitive, *les trajectoires singulières du problème restreint des trois corps, le long desquelles* P *et* S *se choquent au bout d'un temps fini, correspondent aux* ∞^1 *intégrales de* (Σ) *holomorphes pour* $\rho = 0$ *et à celles-ci seulement.* »

MÉCANIQUE. — *Sur la Statique graphique dans l'espace*. Note de M. B. Mayor, présentée par M. Maurice Levy.

« Deux remarques sont nécessaires pour appliquer les résultats de nos précédentes Communications.

» Tout d'abord, on voit immédiatement qu'une résultante générale quelconque (f) d'un système de forces (F) est représentée par une force f égale et parallèle à F et par un point φ astreint à la seule condition de se trouver sur F'.

» Soient ensuite deux systèmes quelconques $(F_1, \Phi_1, F'_1, \Phi'_1)$ et $(F_2, \Phi_2, F'_2, \Phi'_2)$. Le système résultant (F, Φ, F', Φ') peut être construit facilement : F est, en effet, la résultante de F_1 et de F_2, et F' celle de F'_1 et de F'_2 ; de plus, Φ est situé sur la droite $\Phi_1 \Phi_2$ et comme il correspond à Φ', c'est-à-dire à un point de la droite $\Phi'_1 \Phi'_2$, dans l'homologie définie par les deux droites correspondantes F et F' on le détermine immédiatement. Quant à Φ' on l'obtient par un procédé analogue.

» Il est utile de remarquer que la solution de ce problème conduit à la représentation plane d'un système de complexes linéaires à deux termes à l'aide de deux points quelconques par lesquels passent les droites représentatives des complexes du faisceau et de deux droites également quelconques sur lesquelles sont situés les points représentatifs de ces mêmes complexes. Connaissant alors un seul élément représentatif d'un complexe du faisceau on peut facilement obtenir les trois autres. Enfin, des considérations analogues à celles qui précèdent conduisent à la solution du problème inverse, c'est-à-dire à la décomposition d'un système de forces en deux autres admettant des complexes d'action donnés, mais tels qu'ils fassent partie, avec celui qui correspond aux forces considérées, d'un même système à deux termes.

» Ces remarques faites, soient

$$(F_i) \equiv (F_i, \Phi_i, F'_i, \Phi'_i), \qquad i = 1, 2, \ldots, n,$$

des systèmes de forces en nombre quelconque et (A_{01}), (A_{12}), ..., $(A_{n-1,n})$ les divers sommets d'un polygone des forces tracé, dans l'espace, à l'aide des résultantes générales (f_i) de ces systèmes.

» Les points représentatifs A_{01}, ..., $A_{n-1,n}$ de ces sommets sont eux-

mêmes les sommets d'un polygone relatif aux forces $F_1, \ldots, F_n$. Et comme ce dernier polygone coïncide, si l'on fait abstraction du sens général de circulation sur les côtés, avec un de ceux qui correspondent aux forces $F'_1, \ldots, F'_n$, on voit facilement que les droites représentatives $A'_{01}, \ldots, A'_{n-1,n}$ de ces mêmes sommets forment un polygone funiculaire relatif à ces dernières forces et admettant pour pôle le point O.

» Choisissons ensuite, pour pôle de la chaîne funiculaire à construire, un point quelconque (P) représenté, comme précédemment, par le système (P, P'). Le premier complexe de cette chaîne est astreint à la seule condition d'avoir son axe parallèle au premier rayon polaire; et, puisqu'il est naturel de le considérer comme le complexe d'action d'un système de forces (F_{01}) admettant une résultante générale (f_{01}) égale et parallèle au premier rayon polaire, ses éléments représentatifs seront désignés par F_{01}, Φ_{01}, F'_{01}, Φ'_{01}. La droite F'_{01} est alors complètement déterminée puisqu'elle est parallèle à PA_{01} et qu'elle passe par le point représentatif φ'_{01} du premier rayon polaire. Quant aux trois autres éléments ils sont astreints à la seule condition de vérifier les relations générales qui lient les éléments représentatifs de tout système de forces ou de tout complexe linéaire et, pour achever de les déterminer, il suffit, par exemple, d'astreindre F_{01} à passer par un point arbitrairement choisi et Φ_{01}, Φ'_{01} à se trouver sur deux droites quelconques.

» A partir de là, le tracé de la chaîne est complètement déterminé. Le deuxième complexe appartient en effet au système à deux termes défini par le premier complexe et par le complexe d'action de (F_1); de plus, son axe est parallèle au deuxième rayon polaire. Par suite, F_{12} est parallèle à PA_{12} et passe par le point commun à F_1 et F_{01}; de même, F'_{12} est parallèle à la même direction et passe par le point d'intersection de F'_{01} et F'_1; enfin, Φ_{12} et Φ'_{12} sont respectivement situés sur les droites $\Phi_{01}\Phi_1$ et $\Phi'_{01}\Phi'_1$ et peuvent se déterminer, comme cela a déjà été indiqué.

» Un procédé analogue permet ensuite de déterminer le troisième complexe de la chaîne dont le tracé se poursuit alors régulièrement et l'on voit qu'elle est, en définitive, représentée à l'aide de deux polygones funiculaires et de deux séries de points $\Phi_{i-1,i}$ et $\Phi'_{i-1,i}$ qui constituent des figures dualistiques de celles qui sont formées par les polygones funiculaires. Si l'on remarque, de plus, qu'un polygone des forces de l'espace est complètement représenté à l'aide d'un polygone des forces plan et d'un polygone funiculaire également plan, il est, en définitive, naturel de penser

que ce mode de représentation convient mieux que tout autre à l'étude des conditions de résistance et de stabilité des systèmes gauches. Il permet d'ailleurs, ainsi que je me propose de le montrer prochainement, de résoudre graphiquement des problèmes dont la solution n'avait pu, jusqu'ici, être obtenue qu'à l'aide de méthodes analytiques. C'est ainsi qu'il devient possible de décomposer géométriquement un système de forces en six autres systèmes admettant des complexes d'action donnés, ce qui permet d'étendre à l'espace la méthode proposée par Culmann pour le calcul des systèmes articulés plans.

» J'ajoute encore qu'on peut décomposer une force de l'espace suivant trois directions issues d'un point de sa ligne d'action à l'aide d'une construction identique à celle qui constitue précisément la méthode de Culmann. Il devient dès lors possible, par l'application répétée de cette méthode, de calculer un très grand nombre de systèmes articulés gauches. »

PHYSIQUE. — *Résistivité et température*. Note de M. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Soient deux sources de chaleur très étendues s et s'; elles sont mises en communication par une multitude de conducteurs identiques de telle sorte, qu'en régime permanent, la section de chaque conducteur soit la même dans toute sa longueur et que les surfaces isothermiques soient planes et parallèles : il en résulte que chaque conducteur n'échange de la chaleur qu'avec les deux sources.

» Ces deux sources étant d'abord à la même température θ_s, et un courant d'intensité i traversant chaque conducteur, le régime permanent sera caractérisé par l'existence d'une température maximum θ_m en une section de chaque conducteur le divisant en deux parties inégales : la plus courte est celle où l'effet Thomson s'ajoute à l'effet Joule. La chaleur résultante s'écoule dans les deux sources par conductibilité.

» $\mathcal{E}$ étant le potentiel, dont la diminution donne la chaleur dégagée dans l'effet Thomson, et E celui correspondant à l'effet Joule; q étant la quantité de chaleur (l'unité choisie est équivalente à 1 joule) qui, dans l'unité de temps, passe à travers la section de chaque conducteur caractérisée par la température θ et dont la grandeur est supposée égale à l'unité; a étant le coefficient de conductibilité calorifique; x étant la distance de la section

considérée à celle dont la température est maximum, θ_m, et pour laquelle $q = 0$; on a

$$(1) \qquad \frac{dq}{d\theta} = -i\left(\frac{d\mathcal{E}}{d\theta} + \frac{dE}{d\theta}\right),$$

$$(2) \qquad q = i\left[\frac{d\mathcal{E}}{d\theta}(\theta_m - \theta) + \int_\theta^{\theta_m} \frac{dE}{d\theta}\,d\theta\right] = -a\frac{d\theta}{dx}.$$

» On conçoit la possibilité d'augmenter la longueur de chaque conducteur à l'une quelconque de ses extrémités en enlevant la source qui s'y trouve, sans changer le régime permanent existant : il faudra maintenir la même intensité de courant et disposer à l'extrémité libre de la partie ajoutée à chaque conducteur une source de température convenable $\theta < \theta_s$.

» Je ne m'occuperai que de la partie de chaque conducteur où l'effet Joule et l'effet Thomson sont de signes contraires. $\frac{d\mathcal{E}}{d\theta}$, par exemple, est négatif, $\frac{dE}{d\theta}$ positif, le courant est dirigé dans le sens des températures décroissantes.

» J'établirai d'abord que, quels que soient x et i, la valeur de q ne peut pas changer de signe; le contraire étant supposé, il en résulterait (2) que θ passerait par une valeur minimum θ'; il y aurait donc deux valeurs de x pour lesquelles la température serait la même et supérieure à θ'; l'effet total du courant aurait donc été un abaissement de température dans toutes les parties du conducteur comprises entre ces deux valeurs de x, ce qui est contraire aux faits; donc, quand x croît indéfiniment, q reste positif et θ décroît.

» θ_m dépend de l'intensité du courant et de la longueur des conducteurs entre les deux sources θ_s; on peut, en augmentant cette intensité et en diminuant cette longueur, maintenir θ_m constant et très voisin de θ_s. $\int \frac{dE}{d\theta}\,d\theta$ entre θ_m et θ est la force électromotrice entre les deux sections θ_m et θ; elle peut être aussi grande qu'on veut. Il en résulte que le facteur entre parenthèses (2) s'annule quand x est infini pour des valeurs décroissantes de θ lorsque la force électromotrice croît. Je considère le cas particulier où ce facteur s'annule pour $\theta = 0$; on peut alors transformer l'égalité (2)

$$(2\ bis) \qquad q = -a\frac{d\theta}{dx} = -i\left(\frac{d\mathcal{E}}{d\theta}\theta + \int_0^\theta \frac{dE}{d\theta}\,d\theta\right).$$

» Posant $i = \frac{d\mathrm{E}}{d\theta} : \frac{d\mathrm{R}}{d\theta}$, multipliant les deux derniers membres de l'égalité par $\frac{d\mathrm{R}}{d\theta}$ et les divisant par θ, représentant $-\frac{d\mathrm{R}}{dx}$ par r et cherchant la valeur limite de chaque membre, on a

$$\lim \frac{ar}{\theta} = -\frac{d\mathrm{E}}{d\theta}\left(\frac{d\mathcal{E}}{d\theta} + \frac{d\mathrm{E}}{d\theta}\right).$$

» Cette limite étant positive, comme a, r et θ, il faut que $\frac{d\mathrm{E}}{d\theta}$ positif ait une valeur qui ne dépasse pas $-\frac{d\mathcal{E}}{d\theta}$; comme ce dernier est fini et constant, on conclut que r s'annule avec θ; mais r désigne, dans ce cas, la résistivité, car $\frac{d\theta}{dx} = 0$; d'où *la résistivité est nulle au zéro absolu*.

» Cette loi convient aux corps dans lesquels le passage du courant ne produit aucune modification chimique.

» Il y a au moins une température $\theta < \theta_m$ pour laquelle q a un maximum; alors (1) $\frac{d\mathcal{E}}{d\theta} = -\frac{d\mathrm{E}}{d\theta}$, c'est la condition admise par Liebenow pour établir la relation que j'ai reproduite (*Comptes rendus* du 27 novembre 1902); mais il avait posé $q : \theta = i\frac{d\mathrm{E}}{d\theta}$ et admis que $\frac{d\mathrm{R}}{dx}$ représentait la résistivité, ce qui n'est pas exact; je conclus *qu'on ne connaît pas la relation entre la résistivité et la température absolue*.

» A la température θ_m, comme $\frac{d\theta}{dx} = 0$, $-\frac{d\mathrm{R}}{dx}$ ou r est bien la résistivité; mais elle a une valeur indéterminée puisque θ_m dépend de i, de θ_s et de la distance des deux sources θ_s; $-\frac{d\mathrm{R}}{dx} = -\frac{d\mathrm{R}}{d\theta}\frac{d\theta}{dx}$, d'où $\frac{d\mathrm{R}}{d\theta}$ et $\frac{d\mathrm{E}}{d\theta}$ à la température θ_m prennent une valeur infinie en changeant de signe. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur deux siliciures de manganèse*. Note de M. P. Lebeau, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans le cours de ses recherches sur les siliciures métalliques, M. Vigouroux [1] a préparé et étudié un siliciure de manganèse répondant à la formule $\mathrm{SiMn^2}$. Plus récemment, De Chalmot [2] a signalé un

(1) Vigouroux, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, 1896, p. 153.
(2) De Chalmot, *American chem. J.*, t. XVIII, 1898, p. 536.

autre siliciure Si^2Mn, dans les produits bruts de la réduction au four électrique d'un mélange de quartz, d'oxyde de manganèse, de chaux et de charbon, mais il ne put l'en séparer. Enfin MM. Carnot et Goutal ([1]) ont reconnu la présence d'un siliciure de manganèse dans les résidus de l'action de l'acide sulfurique étendu, à l'abri de l'air, sur les fontes ordinaires. La formule de ce composé, qui serait SiMn, ne fut établie que d'une façon approchée, à la suite de nombreuses analyses. Il ne pouvait en effet être débarrassé d'un excès de carbure de fer qui s'y trouvait toujours mélangé. Parmi ces siliciures de manganèse, seul le premier a fait l'objet d'une étude spéciale et les deux autres n'ont pu encore être isolés jusqu'ici à l'état de pureté. Nous avons pensé qu'il était intéressant de compléter l'étude de ces combinaisons siliciées du manganèse qui sont susceptibles, ainsi que l'établissent les recherches de MM. Carnot et Goutal, de se rencontrer parmi les constituants des produits métallurgiques. Nous exposerons dans la présente Note nos résultats concernant les siliciures $SiMn^2$ et SiMn.

» Nous avons montré antérieurement que le siliciure de cuivre pouvait être utilisé à la préparation des composés siliciés du fer et du cobalt ([2]). Cette réaction s'applique également bien à l'étude des siliciures de manganèse.

» *Préparation du siliciure* $SiMn^2$. — Ce siliciure prend naissance lorsque l'on fait réagir par voie de fusion le cuivre, le manganèse et le silicium en quantités telles que ce dernier soit en proportion relativement faible par rapport aux deux autres. Deux procédés différents nous ont servi à réaliser ces conditions : 1° en fondant un alliage de cuivre et de manganèse avec du silicium ; 2° en réduisant un mélange de fluosilicate de potassium et d'oxyde de manganèse Mn^3O^4 par le sodium, en présence de cuivre.

» Dans le premier cas, on chauffe au four électrique, dans un creuset de charbon muni de son couvercle, 100g d'un alliage de cuivre et de manganèse titrant 22,35 pour 100 de ce dernier métal et 10g de silicium cristallisé. La durée de la chauffe est de 2 minutes pour un courant de 400 ampères sous 70 volts. Une chauffe trop prolongée donnerait un produit souillé de graphite. Le culot métallique formé est traité alternativement par l'acide azotique étendu de son volume d'eau et par la lessive de soude à 10 pour 100. On obtient finalement un résidu cristallisé très homogène répondant à la formule $SiMn^2$.

» Pour produire la seconde réaction, on projette dans un creuset de terre réfractaire, préalablement chauffé au rouge au four Perrot, un mélange de 184g de sodium

([1]) Carnot et Goutal, *Annales des Mines*, 9e série, t. XVIII, 1900, p. 271.

([2]) P. Lebeau, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXVI, 1902, p. 5, et t. XXVII, 1902, p. 171.

264g de fluosilicate de potassium, 92g d'oxyde de manganèse Mn^3O^4 et 100g de cuivre (60g de cuivre en tournure et 40g de cuivre en fragments). Si les matières sont parfaitement desséchées, la réaction se produit très régulièrement sans aucune projection. Elle a lieu immédiatement. On chauffe encore 20 minutes et on laisse ensuite refroidir lentement.

» Le culot se détache facilement du creuset, on le traite comme il a été indiqué précédemment et l'on obtient un résidu pesant environ 25g, formé de très beaux cristaux du siliciure $SiMn^2$.

» *Propriétés du siliciure* $SiMn^2$. — Ce composé, préparé dans des conditions fort différentes de celui de M. Vigouroux, s'en distingue par quelques-unes de ses propriétés. Il est beaucoup moins attaquable par les réactifs.

» Les cristaux du siliciure $SiMn^2$ sont des prismes très brillants d'apparence quadratique. Leur densité est 6,20 à 15°. Ils rayent le verre, mais n'entament pas le quartz.

» L'acide chlorhydrique, en solution concentrée ou étendue, dissout ce siliciure. L'acide azotique, au contraire, ne l'attaque pas sensiblement même à chaud après plusieurs heures et quel que soit son degré de concentration. Il est détruit lentement par les lessives alcalines étendues, aussi ne doit-on pas prolonger l'action de la solution de soude que l'on emploie pour le séparer de la silice gélatineuse, dans le traitement des culots, que nous avons décrit plus haut.

» *Préparation du siliciure* SiMn. — Les procédés de préparation de ce composé sont tout à fait comparables à ceux utilisés pour le siliciure $SiMn^2$. Les quantités de matières mises en présence seules diffèrent. Elles correspondent pour le premier mode décrit à 100g du même alliage de cuivre et de manganèse et 25g de silicium; pour le second 215g de fluosilicate de potassium, 23g d'oxyde de manganèse, 50g de cuivre et 100g de sodium. Le produit cristallisé est isolé de la même façon par des traitements alternés à l'acide azotique et à la solution de soude, des culots grossièrement concassés.

» *Propriétés du siliciure* SiMn. — Le siliciure SiMn se présente en beaux cristaux tétraédriques très brillants. Sa densité à 15° est 5,90. Il est plus dur que le composé $SiMn^2$. Il raye le topaze mais non le corindon, sa dureté est donc comprise entre 8 et 9.

» Nous avons fait une étude assez complète des actions qu'exercent sur ce siliciure un grand nombre de corps simples et de corps composés. Nous ne pouvons mentionner ici que quelques-unes d'entre elles, les autres ainsi que les analyses seront décrites ultérieurement dans un Mémoire qui paraîtra dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

» Parmi les métalloïdes, seuls les corps halogènes détruisent facilement ce composé. L'oxygène et la vapeur d'eau ne produisent une oxydation superficielle visible qu'au-dessous de 1000°. Le carbone et le silicium réagissent sur le siliciure fondu. Le premier fournit du siliciure de carbone et du manganèse qui peut être complètement volatilisé si l'on opère au four électrique. Le second, employé en proportions croissantes, donne d'abord un mélange de ce corps avec un siliciure plus riche et finalement un produit fondu dans lequel le silicium lui-même se dissout en grande quantité.

» Les hydracides gazeux attaquent facilement le siliciure de manganèse. L'hydrogène sulfuré est sans action sensible à 800°.

» L'acide azotique et l'acide sulfurique concentrés ou étendus sont sans action à froid ou à chaud. L'acide chlorhydrique concentré bouillant donne une attaque superficielle très lente. On peut utiliser cette propriété pour séparer ce composé SiMn du siliciure $SiMn^2$, qui est plus rapidement dissous.

» Les deux siliciures de manganèse $SiMn^2$ et SiMn peuvent donc être obtenus tous deux dans l'action du manganèse sur le cuivre silicié. On peut les envisager comme les divers termes correspondants à des équilibres chimiques qui se produisent dans le système élémentaire, cuivre, siliçium, manganèse.

» Dans une prochaine Communication, nous montrerons comment l'étude de ces équilibres conduit à la préparation des composés du silicium et d'un métal, et nous décrirons un troisième siliciure de manganèse. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dilatation des aciers trempés*. Note de MM. **Georges Charpy** et **Louis Grenet** (1), présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une précédente Note, nous avons indiqué les résultats des recherches que nous avions effectuées sur les dilatations d'aciers de différentes compositions. Nous avons continué cette étude en examinant, suivant la même méthode, des échantillons d'aciers préalablement trempés dans différentes conditions. Les principaux résultats de ces expériences peuvent se résumer de la façon suivante :

» 1° Pour les aciers doux (0,50 de carbone et au-dessous), la trempe effectuée soit dans l'eau, soit dans l'huile, en partant des températures comprises entre 700° et 1000°, ne modifie pas d'une façon appréciable le coefficient de dilatation. Les courbes de dilatation des échantillons trempés coïncident exactement avec les courbes des mêmes échantillons préalablement recuits.

» 2° Pour les aciers à teneur moyenne en carbone (0,60 à 1 pour 100), on n'observe pas non plus de modification du coefficient de dilatation quand on trempe, soit à l'huile à une température quelconque, soit à l'eau à une température inférieure à 900, les barreaux de faibles dimensions employés dans les essais de dilatation. Mais si on trempe ces petits barreaux à l'eau froide, après les avoir chauffés à une température

(1) Cette Note avait été présentée dans la séance du 5 janvier.

supérieure à 900°, on observe que la courbe de dilatation présente une variation brusque correspondant à une contraction, à une température voisine de 300°. Sur un acier contenant 0,64 pour 100 de carbone, trempé à l'eau à 925°, la contraction commence à 250°; la courbe reprend son allure normale à 350°. La contraction observée est de 0,1 pour 100. Sur un acier contenant 0,93 pour 100 de carbone trempé à 925°, à l'eau froide, la contraction commence à 300°; elle est terminée à 360°. La contraction observée est de 0,12 pour 100.

» Rappelons que la trempe produit une plus forte augmentation de la résistance mécanique d'un métal quand elle est effectuée à une température légèrement supérieure au point critique de 700° qu'à une température notablement plus élevée.

» 3° Enfin, quand on considère les aciers à teneur en carbone élevée (plus de 1 pour 100), on constate encore que la trempe à l'huile à une température quelconque ou la trempe à l'eau à une température inférieure à 900° ne modifient pas sensiblement le coefficient de dilatation, mais qu'une trempe à l'eau froide faite sur petits barreaux après chauffage à une température supérieure à 900° fait apparaître dans la courbe de dilatation deux contractions brusques à des températures voisines de 150° et 300°. Ainsi, sur un acier contenant 1,20 de carbone, trempé sous forme de petit barreau, à l'eau froide, à 925°, on observe la première contraction de 125° à 170°, la deuxième de 310° à 350°. L'amplitude de la première contraction (125° à 170°) est de 0,06 pour 100; l'amplitude de la seconde (310° à 350°) est de 0,11 pour 100. Enfin on retrouve à 700° environ la contraction ordinaire correspondant au point critique a_1.

» Si, au lieu de tremper directement des petits barreaux, on découpe les échantillons nécessaires aux essais de dilatation dans des blocs préalablement trempés, on obtient les mêmes résultats que par une trempe à l'huile sur petits échantillons, c'est-à-dire qu'on n'observe pas les contractions du recuit. Les transformations qui leur correspondent ne se produisent donc que si on trempe avec une grande vitesse de refroidissement et en partant d'une température supérieure à 900°.

» La production des contractions par recuit dans l'acier trempé a été signalée déjà par M. Svedelins, qui ne semble pas avoir observé l'influence de la température de trempe et de la nature du bain de trempe. M. Svedelins a trouvé également que le coefficient de dilatation de l'acier trempé est considérablement plus petit que celui de l'acier recuit; nos expériences ne montrent pas une variation aussi grande, ainsi que cela ressort du tableau suivant :

Numéro de l'acier.	Teneurs en carbone.	Coefficient de dilatation entre 0° et 100° — après recuit.	Coefficient de dilatation entre 0° et 100° — après trempe à l'eau, à 925.
5......	0,64	$11,05 \times 10^{-6}$	$11,15 \times 10^{-6}$
6......	0,93	11,15	11,05
8......	1,50	11,15	10,00

» Ces résultats, dont nous n'avons pas encore poussé plus loin l'inter-

prétation, font ressortir que les effets de la trempe sur les phénomènes de dilatation sont sans corrélation, soit avec les variations des propriétés mécaniques, soit avec les points de transformation indiqués par les différentes méthodes. Ils paraissent difficilement conciliables avec la théorie, souvent admise, d'après laquelle la trempe agirait sur les propriétés de l'acier principalement en maintenant le carbone à l'état de solution solide, ou le fer à un état allotropique différent de l'état stable à froid, et semblent indiquer qu'il faut faire intervenir des actions d'un tout autre ordre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le chlorure de cinnamylidène.* Note de MM. **Ernest Charon** et **Edgar Dugoujon**, présentée par M. A. Haller.

« La préparation du chlorure de cinnamylidène par l'action du perchlorure de phosphore sur l'aldéhyde cinnamique a déjà été tentée sans succès par Cahours (¹). Ce savant n'a obtenu qu'une huile indistillable et incristallisable.

» Nous avons repris cette étude pour voir si le chlorure obtenu, devant avoir la formule $C^6H^5 - CH = CH - CHCl^2$, ne montrerait pas très accentués les caractères spéciaux déjà signalés par l'un de nous (²) et résultant du retentissement de la double liaison sur le groupement fonctionnel voisin. Le caractère négatif du groupement $C^6H^5 - CH = CH -$ est, en effet, très nettement mis en évidence dans ce composé. Cela doit même être une des causes de l'insuccès de Cahours.

» Voici comment il faut conduire la préparation. On part d'aldéhyde cinnamique pure et l'on opère au plus sur une trentaine de grammes à la fois. Le perchlorure de phosphore pris en léger excès est introduit dans un petit ballon bien sec et on laisse tomber goutte à goutte l'aldéhyde à froid; chaque goutte produit un échauffement notable. L'addition d'aldéhyde terminée, on chauffe au bain-marie un instant.

» La réaction peut s'exprimer ainsi :



$$C^6H^5 - CH = CH - CHO + PCl^5 = C^6H^5 - CH = CH - CHCl^2 + POCl^3.$$

» Deux procédés différents permettent d'isoler le chlorure de cinnamylidène formé :

» 1° Par distillation dans le vide. L'oxychlorure et le pentachlorure en excès dis-

---

(¹) Cahours, *Liebig's Annalen*, t. LXX, p. 42.

(²) Charon, *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XVII, p. 197 et *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 736.

tillent d'abord, le chlorure de cinnamylidène passe ensuite, mais il est toujours souillé d'un peu d'aldéhyde cinnamique. On ne parvient pas à le purifier par de nouvelles distillations, car les points d'ébullition de l'aldéhyde et du chlorure sont très voisins. On perd toujours par résinification une grande partie de la matière, le rendement par ce procédé est donc mauvais. Le corps refroidi cristallise, mais il a un point de fusion assez bas et oscillant entre 30° et 40°.

» 2° Par cristallisation et essorage. Le produit de la réaction est versé lentement sur de la glace pilée et agité vivement. Il se sépare une huile lourde, peu colorée, qui se prend même en masse cristalline.

» On la dissout rapidement dans l'éther, la solution éthérée est agité avec une solution de carbonate de soude étendue, pour la neutraliser, puis séchée sur le chlorure de calcium et évaporée rapidement dans le vide. On obtient ainsi une masse blanche bien cristallisée fondant à 40°-45°. Malgré sa blancheur parfaite au moment de sa préparation ce corps n'est pas pur. Les dosages de chlore donnent toujours un déficit de 1 à 2 pour 100. Il renferme de l'aldéhyde cinnamique dont il prend l'odeur.

» Nous verrons plus loin que le chlorure de cinnamylidène régénère de l'aldéhyde cinnamique, même au contact de la vapeur d'eau de l'atmosphère ambiante.

Pour l'obtenir pur, il faut le faire recristalliser dans l'éther ou le chloroforme et essorer sur une plaque de porcelaine poreuse alors qu'une partie seulement du composé est cristallisée. On perd ainsi beaucoup de produit mais on obtient un corps fondant à 54° et qui donne d'excellents résultats à l'analyse.

» C'est un composé cristallisé en écailles blanches chatoyantes. L'aspect nacré paraît être un indice de pureté. Il fond à 54° et distille à 142°-143° sous 3^{cm}.

» Ce chlorure est très instable, il se conduit en présence de l'eau comme les chlorures d'acide à l'énergie de la réaction près. Si on l'abandonne sous l'eau à froid, il est transformé en aldéhyde cinnamique et la solution aqueuse se charge d'acide chlorhydrique.

» Abandonné à l'air il dégage bientôt spontanément de l'acide chlorhydrique. Il prend très vite, en même temps que l'odeur cinnamique, une odeur piquante rappelant celle des chlorures d'acide et due à la formation continue d'hydracide. On peut mettre cette décomposition en évidence par l'ammoniaque.

» Il est impossible de le conserver longtemps, il ne tarde pas à noircir en s'altérant complètement. Si on l'abandonne à l'air il se transforme peu à peu en aldéhyde qui s'oxyde, et finalement on ne retronve que de l'acide cinnamique souillé d'une résine noirâtre.

» Cette instabilité vis-à-vis de l'eau à froid, qui différencie si nettement ce composé des hydrocarbures chlorés dérivés des aldéhydes saturés, est bien due à la présence d'une liaison éthylénique voisine du carbone auquel sont rattachés les atomes de chlore.

» En effet, si l'on sature cette double liaison par le chlore ou le brome, on obtient deux nouveaux composés qui, quoique renfermant plus de chlore ou de brome dans leur molécule, sont très stables et se sont conservés absolument purs depuis leur préparation.

» Le tétrachlorophénylpropane $C^6H^5.CHCl.CHCl.CHCl^2$ fond à 66°, il cristallise dans l'éther de pétrole en petits prismes chatoyants.

» La dichlorodibromophénylpropane $C^6H^5.CHBr.CHBr.CHCl^2$ cristallise en fines aiguilles nacrées fondant à 127°.

» Ces nouveaux résultats confirment les vues émises par l'un de nous sur les composés éthyléniques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du sodium sur le phénoxypropane iodé* (1.3). *Diphénoxyhexane*. Note de M. l'abbé J. **Hamonet**, présentée par M. G. Lemoine.

« MM. E. Haworth et W.-H. Perkin ont trouvé que le glycol hexaméthylénique $CH^2OH(CH^2)^4CH^2OH$ bout à 235°-240° (*Chem. Soc.*, t. LXV, p. 591). De mon côté, j'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 259, 345, 631) que le glycol tétraméthylénique $CH^2OH(CH^2)^2CH^2OH$ bout à 230° et non à 205°, comme l'avait indiqué M. Dekkers. Ces deux affirmations m'ont semblé inconciliables à cause du trop faible écart, qui existerait entre le point d'ébullition du glycol tétraméthylénique et celui de son deuxième homologue supérieur, le glycol hexaméthylénique. Voilà ce qui m'a poussé à reprendre la préparation et l'étude de ce dernier glycol.

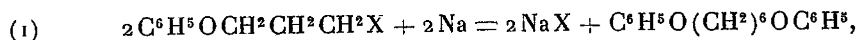
» J'ai d'abord essayé la méthode électrolytique, qui m'avait donné de si heureux résultats dans la série tétraméthylénique. Après avoir préparé le γ amyloxybutanenitrile $C^5H^{11}OCH^2CH^2CH^2CAz$, liquide bouillant à 108°-110° sous la pression de 12^{mm}, et l'acide γ amyloxybutyrique, liquide bouillant à 148° sous la pression de 15^{mm}, j'ai soumis à l'électrolyse le sel de potassium de ce dernier. Déjà, en 1897, M. A. Noyes avait fait un essai analogue avec le sel de l'acide γ-éthoxybutyrique sans arriver à un résultat bien satisfaisant (*Ann. Chem. Journ.*, t. XIX, p. 771). Je n'ai pas été plus heureux moi-même avec l'acide γ-amyloxybutyrique. Pendant l'électrolyse, cet acide s'hydrolyse en grande partie, sinon totalement, en donnant de l'alcool amylique et de l'acide γ-oxybutyrique. Dès lors la réaction électrolytique devient si complexe, qu'il m'a été impossible d'isoler un produit à point d'ébullition fixe et de constitution certaine. Et cependant mes expériences ont porté sur plus de 900^g d'acide.

» *Nouvelle méthode de préparation du diphénoxyhexane* 1.6. — En présence de pareils résultats, je me suis proposé d'arriver par une autre voie à l'hexane diiodé 1.6. et par ce corps au glycol hexaméthylénique.

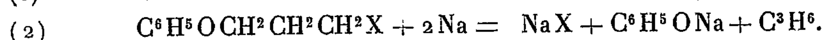
» Pour atteindre ce but, j'ai repris la préparation du diphénoxyhexane 1.6. $C^6H^5O(CH^2)^6OC^6H^5$. M. R. Funk (*Berichte*, t. XXVI, p. 2570) et M. Wassily Solonina (*Berichte*, t. XXVI, p. 2987) l'ont déjà obtenu par l'action du sodium sur le phénoxypropane soit chloré, soit bromé, $C^6H^5OCH^2CH^2CH^2Br$. Ils ont constaté que l'une et l'autre réaction ne donnent qu'une très petite quantité de diphénoxy-

hexane. Il ne semble pas qu'ils se soient préoccupés d'en rechercher la cause, du moins ils ne parlent pas de ce qui se forme à la place du diphénoxyhexane.

» Quand on met du sodium en fils dans un mélange de phénoxypropane halogéné 1.3. et d'éther anhydre, il se produit à la température ordinaire une réaction complexe, qui peut s'exprimer par les deux équations suivantes :



(1) $$2\,C^6H^5OCH^2CH^2CH^2X + 2\,Na = 2\,NaX + C^6H^5O(CH^2)^6OC^6H^5,$$



(2) $$C^6H^5OCH^2CH^2CH^2X + 2\,Na = NaX + C^6H^5ONa + C^3H^6.$$

Avec le phénoxypropane chloré ou bromé le phénomène se passe principalement suivant l'équation (2); il se fait, avec *un peu de diphénoxyhexane* [équation (1)], du chlorure ou du bromure de sodium, du phénate de sodium et un gaz, qui se dégage en partie, en partie reste dissous dans l'éther. Ce gaz est un mélange de propène et de triméthylène. En effet, une portion, 20 pour 100 environ, est immédiatement absorbable par le brome; le reste se combine totalement à l'acide sulfurique concentré, ou devient lui-même absorbable par le brome, si on le chauffe dans une cloche courbe avec du chlorure de zinc, suivant la méthode de M. Berthelot (*Ann. Phys. Chim.*, 1900, 7e série, t. XX, p. 38). Ce reste est suffisamment caractérisé par là comme triméthylène. Je n'ai pas constaté qu'il se soit fait de cyclohexane, comme cela serait arrivé, si le sodium eût réagi sur les deux groupes phénoxylés du diphénoxyhexane formé.

» Dans mes recherches sur le butanediol 1.4. j'avais observé une réaction analogue de quelques métaux sur le phénoxyéthane bromé ou même iodé; au lieu du diphénoxybutane cherché, il se produisait presque exclusivement de l'*éthylène*, du bromure et du phénate de sodium.

» Le but à atteindre était donc de favoriser la réaction exprimée par l'équation (1); j'y suis arrivé en substituant le phénoxypropane iodé au phénoxypropane chloré ou bromé, et en opérant à basse température.

» *Phénoxypropane iodé* 1.3. $C^5H^5OCH^2CH^2CH^2I$. — Pour obtenir le phénoxypropane iodé, j'ai fait bouillir, environ 1 heure, une molécule de phénoxypropane bromé avec une molécule d'iodure de sodium dissous dans l'alcool à 90°. Après avoir chassé la majeure partie de l'alcool, j'ai traité par l'eau; il s'est précipité un liquide que j'ai distillé.

» Le phénoxypropane iodé n'avait pas encore été préparé. C'est un liquide presque incolore, bouillant sans décomposition à 155°-156° sous la pression de 16^{mm}. Sa densité à 18° est de 1,585. Par le froid il se prend en cristaux qui fondent à 12°. L'analyse a donné, iode pour 100 : 48,48 et 48,53; calculé 48,47.

» *Diphénoxyhexane* 1.6. $C^6H^5O(CH^2)^6OC^6H^5$. — Si l'on fait réagir le sodium en excès sur le phénoxypropane iodé dilué dans 3^{vol} d'éther anhydre, en ayant soin de maintenir le récipient dans l'eau glacée, la réaction a lieu principalement suivant l'équation (1); il se fait cependant un peu de phénate de sodium et il se dégage un peu de gaz C^3H^6. Après distillation de l'éther, on épuise la masse solide par le benzène et l'on filtre. On chasse ensuite le benzène; il reste dans le ballon des cristaux plus ou

moins souillés de phénoxypropane iodé, que n'a pas atteint la réaction. On les purifie en les essorant avec du papier buvard ou en les lavant avec de l'alcool froid.

» Les cristaux essorés et soumis à une ou deux cristallisations dans l'alcool bouillant fondent à 83° comme ceux qu'a obtenus *en petite quantité* M. Wassily-Solovina au moyen du phénoxypropane bromé.

» En procédant comme je viens de le dire, j'ai pu atteindre un rendement de 60 pour 100 en diphénoxyhexane. Cela m'a permis de préparer dans de bonnes conditions l'hexanediol ou glycol hexaméthylénique et ses dérivés, qui feront l'objet d'une prochaine Communication. Il n'est peut-être pas hors de propos de faire remarquer combien différemment le sodium agit sur deux homologues voisins, le phénoxyéthane iodé et le phénoxypropane iodé : avec le premier il donne à peu près exclusivement de l'*éthylène*, avec le second, principalement du *diphénoxyhexane*. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'emploi des nitrates pour la caractérisation des vins de sucre.* Note de M. **Curtel**, présentée par M. L. Cailletet. (Extrait.)

« L'abaissement des droits sur les sucres, en mettant à bas prix le degré d'alcool, inquiète le monde viticole, qui redoute la production des vins artificiels. Nous nous sommes proposé de rechercher un moyen qui permît de reconnaître l'emploi du sucre en vinification, dès que les doses employées dépasseraient celles que l'usage a consacrées et que la loi tolère. Il nous a semblé qu'un procédé très simple consisterait à conserver dans le sucre ou à y introduire après purification, dans les proportions de $\frac{1}{1000}$ environ, le nitrate de potasse existant dans le sucre de betterave. Ces proportions suffiraient à révéler le sucrage du moût, dès qu'il dépasserait les proportions de 4^{kg} à 5^{kg} environ par hectolitre, car le produit fait complètement défaut aux vins naturels et on ne le rencontre qu'exceptionnellement dans les vins largement mouillés à l'aide d'eaux de puits riches en nitrate. Il semble d'ailleurs que l'on puisse sans inconvénient englober vins de sucre et vins mouillés dans une même réprobation. Un millième de nitrate ou moins encore, selon la tolérance accordée au sucrage, n'augmenterait pas sensiblement la teneur du sucre en impuretés naturelles. D'ailleurs le nitrate de potasse existe dans la betterave, comme dans beaucoup d'autres végétaux alimentaires. Sa présence dans le sucre ne constituerait donc pas une dénaturation du produit. Enfin la reconnaissance des nitrates est excessivement simple.

» Que les nitrates fassent défaut dans les vins naturels, c'est un fait depuis longtemps connu et jamais, pour notre part, nous ne les avons rencontrés dans ceux que nous avons examinés à ce point de vue. Mais il restait à rechercher si les organismes de la fermentation ne les utilisent pas comme tant d'autres substances azotées. Les avis sur ce point étaient assez partagés et l'on peut les résumer ainsi d'après le récent *Traité de Microbiologie* de M. Duclaux (t. III, 1900, p. 193). Suivant Ad. Mayer, la levure serait incapable d'utiliser l'azote des nitrates. Dubrunfaut, au contraire, avait affirmé depuis que la levure consommait les nitrates. Enfin, d'après les expériences plus récentes de M. Laurent, leur utilisation serait assez douteuse, il y aurait tout au plus une légère réduction en nitrites et M. Duclaux conclut qu'il ne semble pas que la levure utilise de façon sensible les nitrates.

» Pour fixer ce point, tout au moins en ce qui concerne la valeur pratique du procédé que nous nous proposions d'étudier, nous avons effectué de nombreuses expériences.

» Elles ont porté : 1° sur 12^{hl} de vendange vinifiée à la façon ordinaire; 2° sur une série de fermentations de moûts stérilisés et ensemencés de levures diverses; 3° sur des vins faits, stérilisés et ensemencés des principaux organismes des maladies des vins.

» Vendange, moûts et vins étaient additionnés de nitrate de potasse et l'on recherchait, au bout d'un temps plus ou moins long, si ce corps avait ou non disparu. Nous employions pour cela le réactif bien connu des nitrates : le sulfate de diphénylamine. Dans les conditions où nous opérions, ce réactif révélait sans difficulté, dans un vin rouge, la présence du nitrate, dès que la teneur était d'environ 30^{mg} à 40^{mg} par litre. Avec les vins blancs ou peu colorés, la réaction est plus sensible qu'avec les vins très colorés.

» Les ferments de la tourne et de l'acescence semblent capables de détruire les nitrates et, par suite, d'empêcher la réaction qui doit caractériser les vins de sucre, si ce sucre contient, comme nous le proposons, des nitrates. Mais vins piqués et vins tournés sont déjà suffisamment disqualifiés pour qu'il ne soit pas nécessaire d'en rechercher l'origine.

» Il est possible cependant qu'au cours de ces fermentations secondaires qui se poursuivent lentement dans nos grands vins, sous l'influence d'organismes analogues ou identiques à ceux que nous venons d'étudier, fermentations auxquelles ces vins doivent, à notre avis, une part notable de leurs remarquables qualités, il y ait à la longue utilisation et, par suite,

disparition des nitrates, mais on reconnaîtra que ce qui est redoutable pour le viticulteur ce n'est pas le sucrage, même exagéré, de ces grands vins, mais la production intensive de vins artificiels destinés à la consommation immédiate. Le procédé que nous proposons conviendrait tout particulièrement à la caractérisation de ces vins.

» *Conclusions.* — La présence du nitrate de potasse dans le sucre à la dose de $\frac{1}{1000}$ ou moins encore, suivant la tolérance accordée au sucrage, suffirait à révéler celui-ci dans les vins normalement fermentés et restés marchands, dès que la teneur en sucre dépasserait 3^{kg} à 5^{kg} par hectolitre. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques Céphalopodes recueillis pendant les dernières campagnes de* S. A. S. le Prince de Monaco (1901-1902). Note de M. L. **Joubin**.

« Les Céphalopodes capturés par S. A. le Prince de Monaco pendant les deux dernières années proviennent surtout des Açores. Les plus intéressants parmi ces Mollusques sont pélagiques, les uns de surface, les autres de grandes profondeurs; quelques-uns d'entre eux sont très remarquables, soit parce qu'ils constituent des types absolument nouveaux, soit parce qu'ils se rapportent à des espèces connues seulement par un très petit nombre d'échantillons mal décrits, à position incertaine, ou dont les caractères morphologiques n'ont pas été jusqu'ici mis en évidence. C'est à ces divers points de vue que ces Céphalopodes constituent des acquisitions importantes pour la Malacologie.

» Parmi les Céphalopodes *Octopodes,* je signalerai tout d'abord un gros *Cirroteuthis* nouveau, pêché par 1900^m aux Açores, et que je nomme *C. Grimaldii.* Ce genre ne comprend qu'un petit nombre d'espèces, toujours fort rares; celle-ci diffère beaucoup des autres par sa forme ovoïde massive et sa consistance gélatineuse. Ses bras sont enfermés dans une membrane épaisse qui les dissimule presque entièrement, leur pointe seule étant restée libre; à l'autre extrémité du corps, le siphon et deux toutes petites nageoires font saillie sous les yeux très gros, mais qui, enfouis dans l'épaisseur de la gélatine cutanée, n'apparaissent à la surface que par une minime ouverture palpébrale. La masse des viscères occupe environ le cinquième de l'ensemble du corps, dont les bras forment les quatre autres cinquièmes. Il n'y a aucune séparation entre les bras et la tête, celle-ci et le corps; le tout est enfermé dans une enveloppe cutanée d'une seule venue, ressemblant à un sac, ce qui donne à ce Céphalopode un aspect des plus singuliers.

» Un autre *Cirroteuthis* beaucoup plus petit, pêché à 3890^m aux îles du Cap-Vert,

me paraît également nouveau; je le nomme *C. Richardi;* tout au contraire du précédent il a de grandes nageoires qui remontent en avant jusqu'au milieu des bras, et les trois parties de son corps sont bien nettement distinctes. Ses formes grêles et dégagées contrastent avec l'aspect de gros œuf de l'espèce précédente.

» Une *Eledonella diaphana* Hoyle a été recueillie à 2478^m au cap Vert; c'est le troisième exemplaire connu, le second ayant été pris dans une campagne précédente à peu près dans les mêmes parages, et le premier dans l'océan Pacifique (*Challenger,* 2000^m). C'est un bathypélagique à tissus mous et transparents, à morphologie remarquable.

» Parmi les *Céphalopodes Décapodes* on remarque un animal extrêmement rare, connu seulement par quelques petits individus mal conservés; plusieurs exemplaires de ces *Leachia cyclura* Lesueur, admirablement conservés dans le formol avec leurs couleurs et leur transparence, ont été pris à la surface au-dessus de fonds de 1500^m à 3200^m. J'y ai constaté la présence des organes lumineux que j'ai découverts il y a quelques années chez d'autres Céphalopodes; ils forment un cercle de perles brillantes enchâssées dans la membrane rouge entourant le cristallin de l'œil; leur structure diffère de celle des organes analogues des autres espèces par divers détails; en outre, un de ces petits appareils, détaché du cercle, n'a pas la même composition que les autres, et son rôle est probablement différent. Ces animaux, sans exception, étaient dépourvus de tentacules dont il ne restait qu'un petit moignon caché sous la peau. Il y a là une indication intéressante qui vient à l'appui de l'hypothèse que j'ai émise, à savoir que chez certains Céphalopodes cette mutilation est normale et doit se faire dans le jeune âge.

» Un échantillon de *Chiroteuthis Grimaldii* Joubin a été recueilli par 1900^m aux Açores. C'est le second exemplaire connu; il est en meilleur état que le premier sur lequel j'avais trouvé de petits appareils que j'ai nommés *œil thermoscopique* qui ont été signalés depuis chez divers Céphalopodes. J'ai constaté la présence, sur les bras de celui-ci, d'organes particuliers qui feront l'objet d'une description prochaine.

» Dans trois stations différentes on a recueilli, sur le fil de la sonde, les tentacules brisés d'un Céphalopode appartenant à la famille des *Chiroteuthidæ*; on ne peut rien dire de l'animal qui n'est connu que par ces fragments. Mais on peut conclure de leurs caractères de famille qu'ils ont appartenu à un bathypélagique, à tentacules non enroulables, assez agile pour éviter les filets, et pouvant atteindre au moins 1^m de longueur totale.

» Une *Rossia* nouvelle, que j'ai nommée *R. Caroli,* a été prise par 1098^m aux Canaries. Elle est remarquable par l'énormité de ses yeux qui rendent la tête plus grosse que la totalité du corps.

» Un échantillon, malheureusement mutilé, d'un *Onychoteuthis* a été pris à la surface sur des fonds de 4275^m, entre le banc Joséphine et les Açores; il est fort intéressant et vraisemblablement nouveau; je ne puis cependant l'affirmer, l'animal étant incomplet. Au même endroit a été capturé un superbe échantillon de *Taonius pavo* Steenstrup, forme pélagique américaine.

» Je signale enfin une ponte cylindrique de $0^m,60$ de long sur 5^{cm} à 6^{cm} de diamètre, transparente, molle, contenant un grand nombre d'embryons prêts à éclore; cette

ponte provient évidemment d'un très gros Céphalopode, peut-être d'un *Architeuthis*; mais les caractères des embryons, qui n'ont que 3^{mm} à 4^{mm}, sont trop peu tranchés pour qu'il soit possible de les déterminer d'une façon précise. »

ZOOLOGIE. — *Sur deux types nouveaux d'Épicarides parasites d'un Cumacé et d'un Schizopode.* Note de M. **Jules Bonnier**, présentée par M. Alfred Giard.

« On a signalé jusqu'ici des représentants de la famille des Épicarides à peu près dans tous les groupes de Crustacés, sauf cependant chez les Branchiopodes, les Stomatopodes et les Cumacés. Un type nouveau de ces Isopodes parasites vient d'être découvert par Salvatore Lo Bianco : il était fixé sur un Cumacé, dragué près de l'île de Capri, par 1000^m de profondeur; le distingué naturaliste de la Station zoologique de Naples lui a attribué le nom spécifique de *Kruppi*.

» Ce curieux parasite, dont il a bien voulu me confier l'étude et que je désignerai sous le nom générique de *Cumoniscus*, est probablement le type d'une famille nouvelle d'Épicarides qu'il est malheureusement encore impossible de caractériser définitivement, car l'exemplaire était unique. C'était une femelle adulte, par conséquent tout à fait déformée et réduite à l'état de simple sac chitineux, enveloppant un nombre relativement restreint d'œufs à un stade peu avancé de leur évolution : elle avait la forme d'une petite masse ovoïde, mesurant un peu plus de $0^{mm},5$ dans sa plus grande longueur et $0^{mm},3$ dans sa largeur. Comme c'est le cas pour un certain nombre de genres de ce groupe, elle ne formait plus autour des œufs qu'une simple enveloppe, sans aucune trace de somites distincts ou d'appendices. Son extrémité antérieure, qui la fixait sur l'hôte, s'effilait en une sorte de petit pédicule, vaguement articulé et terminé par un petit disque adhésif la maintenant très solidement en place, même après immersion dans l'alcool. Cette simplicité de l'appareil de fixation, rare chez les Épicarides externes, est remarquable si l'on connaît la situation particulièrement périlleuse choisie par le parasite : il est en effet fixé sur la partie latérale de l'avant-dernier somite pléal de son hôte; il n'est donc protégé par aucune cavité, mais au contraire ballotté par tous les mouvements très énergiques d'un appareil caudal d'une extrême mobilité. Comme d'ordinaire, dans les genres où la femelle n'a qu'une seule ponte à laquelle elle ne survit pas, le mâle a disparu à ce stade.

» L'hôte hébergeant cet Epicaride était un Cumacé d'assez petite taille (à peine 3^{mm}), qui me semble représenter un genre nouveau de la famille des *Leuconidæ*, à laquelle il appartient sûrement par l'absence d'yeux; la forme des antennes, des pièces buccales et des maxillipèdes; la présence d'exopodites bien développés seulement sur les trois premières paires de péreiopodes; les rames des uropodes bi-articulées et l'absence de telson. Il se distingue à première vue des trois genres connus de cette famille, et même de ceux des autres groupes de Cumacés, par l'extraordinaire développement de l'exopodite branchial du premier maxillipède qui, non seulement, comme chez ses congénères, atteint l'extrémité du rostre, mais encore, quoique brisé à son extrémité distale sur l'unique exemplaire observé, dépassait cependant la longueur du céphalothorax.

» L'autre Épicaride est parasite d'un Schizopode décrit par G.-O. Sars sous le nom de *Gastrosaccus Normani*. L'exemplaire était également unique et, probablement, s'était échappé de la cavité incubatrice de son hôte, largement ouverte et vide d'embryons.

» Dans cette espèce, que je désignerai sous le nom de *Prodajus Lobiancoi*, la femelle adulte mesurait 2^{mm} dans sa plus grande dimension. La forme générale rappelle celle du genre *Dajus*, également parasite de la cavité incubatrice des *Mysis*, mais elle est encore plus dégradée; les parties latérales du péreion, profondément modifiées par la masse des œufs pondus, se projettent en avant sous forme d'une paire de gros lobes hémisphériques, dépassant de beaucoup le céphalon qui est comme enfoncé dans le profond sillon qui les sépare. La partie dorsale est à peu près reconnaissable sur la ligne médiane, et se prolonge par un pléon à peine modifié, terminé par une extrémité postérieure bifurquée et encore nettement métamérisée.

» Sur la face ventrale, on retrouve la partie antérieure du corps ramassée en une sorte de ventouse complètement entourée par la tête, avec les antennes et le rostre pointu, et les cinq premières paires de péreiopodes restées normales; les deux dernières paires ont disparu. Les parties latérales du thorax, sous la poussée de l'accroissement de l'ovaire, se sont fortement dilatées et forment deux gros bourrelets de part et d'autre du corps. A la partie postérieure, entre les premières paires de pléopodes, lames aplaties et charnues, se trouve le mâle, de taille beaucoup plus réduite ($0^{mm},6$); son pléon est d'une structure très particulière et justifie la création d'un genre nouveau. Relativement très allongé, à peine segmenté sur ses bords et terminé par une paire de longs uropodes digitiformes, il présente, fait exceptionnel, sur la ligne médiane de la face ventrale, *au niveau de l'avant-dernier somite pléal*, un pénis médian et unique : c'est la première fois que cet organe est rencontré dans cette position anormale dans le groupe des Isopodes. »

PALÉONTOLOGIE. — *Les Poissons du Paléocène belge.* Note de M. **Maurice Leriche**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les diverses formations du Paléocène belge ont fourni de nombreux restes de Poissons, aujourd'hui conservés au Musée royal d'Histoire natu-

relle de Belgique, à Bruxelles, et dont l'étude m'a été confiée par la direction de l'établissement, sur la proposition de M. le conservateur L. Dollo.

» Le *Tuffeau supérieur de Ciply*, dont l'âge montien a été établi par les travaux de MM. Rutot et Van den Broeck, n'a donné, jusqu'ici, qu'un petit nombre d'ichthyolites appartenant aux espèces suivantes : *Scapanorhynchus? (Odontaspis) subulatus, Odontaspis macrota, Bronni? Rutoti, Lamna appendiculata, Lepidosteus.* Cette faunule est remarquable par l'association de formes crétacées et tertiaires : les premières sont représentées par *Scapanorhynchus? subulatus, Odontaspis Bronni, Lamna appendiculata;* les secondes par *Odontaspis macrota* et peut-être par *Odontaspis Rutoti*. De plus, le genre *Lepidosteus,* dont il est intéressant de signaler l'apparition en Belgique, à la même époque qu'aux États-Unis et qu'au Portugal, accentue, par sa présence, le caractère tertiaire de la faune.

» Cette association de Poissons crétacés et tertiaires se retrouve dans le *Calcaire à Lithothamnium* (*Calcaire pisolithique*) du bassin de Paris, où j'ai récemment signalé les formes tertiaires *Odontaspis macrota* et *Lamna Vincenti* (1). Mais, tandis que, dans le Montien belge, les espèces crétacées et tertiaires semblent avoir sensiblement la même importance, les premières conservent sur les secondes, dans le *Calcaire à Lithothamnium,* une prépondérance marquée. La connaissance de la faune ichthyologique, tout en justifiant l'attribution du *Calcaire à Lithothamnium* au Montien, montre donc que ce *Calcaire* doit constituer, à la base de l'étage, un horizon inférieur au *Tuffeau de Ciply proprement dit.*

» La faune ichthyologique du Heersien se compose des éléments suivants : *Acanthias orpiensis* et *minor, Squatina prima, Notidanus Loozi, Scyllium Vincenti, Ginglymostoma trilobata, Odontaspis macrota, Rutoti* et *cuspidata, Elasmodus, Lepidosteus, Arius danicus, Osmeroides belgicus, Cycloides incisus, Smerdis? heersensis.*

» Beaucoup de ces espèces se retrouvent dans le Landénien inférieur, dont la faune ichthyologique comprend : *Acanthias minor, Squatina prima, Myliobatis Dixoni, Notidanus Loozi, Synechodus eocænus, Cestracion, Scyllium Vincenti, Odontaspis macrota, Rutoti, cuspidata* et *crassidens, Lamma Vincenti* et *verticalis, Otodus obliquus, Oxyrhina nova, Ischyodus Dolloi* (premier représentant connu du genre, dans les terrains tertiaires), *Edaphodon Bucklandi* et *leptognathus, Elasmodus Hunteri, Albula Oweni, Monocentris integer, Egertonia.*

» Comme on le voit, la faune ichthyologique du Landénien inférieur, quoique un peu plus variée que celle du Heersien, n'en diffère pas notablement. Ces faunes sont essentiellement marines; la présence de formes d'eaux douces ou côtières (*Lepidosteus, Arius danicus*) vient seulement donner, aux dépôts heersiens, un caractère un peu plus littoral. D'autre part, il est intéressant de constater que la faune ichthyologique du *Heer-*

(1) M. Leriche, *Sur quelques éléments nouveaux pour la faune ichthyologique du Montien inférieur du bassin de Paris* (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXX, 1891, p. 156.

sien-Landénien inférieur belge renferme tous les éléments de celle du Thanétien des Bassins de Paris et de Londres, et qu'elle possède, en outre, deux des espèces (*Arius danicus, Monocentris integer*) de la faune si spéciale du Paléocène de Copenhague.

» Contrairement à la faune ichthyologique du Landénien inférieur, celle du Landénien supérieur est franchement d'eau douce. Ses éléments, *Amya* (*Pappichthys*) *Barroisi* et *Lepidosteus suessionensis*, sont déjà connus dans le Sparnacien du Bassin de Paris.

» *En résumé*, mes recherches m'ont permis de reconnaître, dans le Paléocène belge, *trois faunes ichthyologiques* distinctes :

» La *première* (la plus ancienne), constituée par un mélange de formes crétacées et tertiaires, caractérise le Montien; elle rappelle, avec des affinités tertiaires un peu plus accentuées, la faune ichthyologique du *Calcaire à Lithothamnium* du Bassin de Paris.

» La *seconde*, formée par un ensemble d'espèces exclusivement tertiaires et essentiellement marines, est commune aux étages Heersien et Landénien inférieur; elle correspond à la faune ichthyologique du Thanétien des Bassins de Paris et de Londres, et à celle du Paléocène de Copenhague.

» Enfin, la *troisième*, franchement d'eau douce, offre, par la présence des genres *Amia* et *Lepidosteus*, un cachet américain remarquable. Elle caractérise le Landénien supérieur et correspond exactement à la faune ichthyologique du Sparnacien du Bassin de Paris. »

GÉOLOGIE. — *Note préliminaire sur la géologie de l'île d'Eubée.* Note de M. **Deprat**, présentée par M. Fouqué.

« Chargé, au mois d'avril 1902, d'une mission géologique en Orient, par le Ministère de l'Instruction publique, je voudrais exposer rapidement ici les principaux résultats de mes recherches.

» La partie principale de mes études a trait à la géologie de l'île d'Eubée. Je rappellerai que les études les plus importantes sur ce pays sont celles de Teller (*Struct. géolog. de l'île d'Eubée*), de Fuchs et de Gorceix sur le Tertiaire.

» I. *Terrains azoïques.* — Mes courses sur le terrain m'ont permis d'établir que la région méridionale, d'Aliveri à Platanistos, est formée par des couches nettement archéennes et non par du crétacé métamorphique comme Teller pencherait à le croire. J'ai pu relever dans la région de Vajati et de l'Ocha une série puissante de

gneiss, micaschistes avec schistes et quartzites à glaucophane, éclogites à grenats, sériciscbistes, chloritoschites et amphiboloschistes. La partie supérieure des amphiboloschites passe par transitions insensibles au *cipolline verde antico* (Marbres de Styra) devenant de plus en plus pur à mesure que l'on avance vers le Nord et passant près d'Aliveri aux calcaires blancs de l'Olympe et de Varibopi sans fossiles. Une série absolument analogue s'observe dans les monts Galtzades.

II. *Terrains paléozoïques.* — Sur ce système repose, dans le centre de l'île et dans les monts Galtzades, une puissante série de schistes à magnétite, de phyllades, se terminant par des schistes à lydiennes. A Seta, une bande de schistes noirs, graphiteux, contient des fossiles malheureusement indéterminables. J'ai cru pouvoir y reconnaître des débris de *Leperditia* et de *Lingules,* malheureusement je ne puis l'affirmer avec certitude. Cependant je crois que l'on peut attribuer ce système au Dévonien, car il supporte à Galtzades des calcaires noirs dans lesquels j'ai recueilli *Bellerophon hiulcus* Mart. avec des *Fusulines* et des *Schwagerines;* ils m'ont fourni également des *Evomphales* et des débris de Céphalopodes (*Orthoceras?*). Cet ensemble est plissé en isoclinaux d'âge hercynien. La direction tectonique est généralement SW-NE. Sur ces plis repose en discordance une puissante série de poudingues et de brèches dans la base desquels le Permien pourrait être représenté.

» III. *Terrains secondaires.* — Dans les gorges du Liri (massif du Delphi) cette série se termine par des schistes et grauwackes rouge lie-de-vin et des grès micacés sans restes déterminables, qui me paraissent cependant pouvoir représenter le Trias, car ils supportent les calcaires noirs fétides du Delphi, de Hialtra et du Xeronoros où l'on recueille en abondance *Megalodon* (*Neomegalodon*) *Gümbeli,* ce qui en fait un équivalent du calcaire de Grunbach et les place dans le Rhétien.

» Le *Jurassique supérieur* est ensuite le seul étage certain que l'on puisse relever dans la série faute de données paléontologiques. Les calcaires oolithiques blancs de la vallée de Polytira, dans le centre de l'Eubée, m'ont fourni des restes déterminables de Dicératidés (*Heterodiceras, Plesiodiceras*). Des bancs de calcaire à *Ptygmatis pseudobruntrutana* Gemell., c'est-à-dire du Tithonique, les surmontent.

» L'*Infracrétacé* est formé dans les monts Kandili par une série puissante de plusieurs centaines de mètres de calcaires dolomitiques. Le Barrémien est représenté à la base par un niveau à *Requienia ammonia, Toucasia, Alectryonia rectangularis* bien visible au-dessus de Drazi. Le reste de l'Infracrétacé doit être représenté dans ces calcaires, mais je n'ai recueilli aucun fossile caractéristique.

» Le *Crétacé* débute dans la région des monts Soukaron par des calcaires marbres blancs à grandes *Caprines* qui représentent le Cénomanien. Des calcaires gris à *Sauvagesia Nicaisei* Coq. forment la partie supérieure de l'étage et le passage au Turonien de Makrykappa qui contient *Radiolites Choffati* Thom. et Peron., avec des polypiers tels qu'*Astrocœnia decaphylla* E. H. de la craie de Gosau. Le Turonien supérieur est formé par d'épais bancs à *Actéonelles* (*Volvulina*) bien développés dans les monts Pyxaria. Le Santonien paraît être représenté ensuite par la série épaisse de 250^{m} environ de calcaires marbres à *Hippurites* du groupe de *H. Gaudryi.*

» J'ai observé dans la chaîne des monts Pyxaria, terminant la série des calcaires crétacés, une bande de calcaires jaunâtres, tendres, pétris d'Our-

sins dans lesquels on reconnaît les formes décrites par M. Seunes dans le Maestrichtien des Pyrénées (*Stegaster, Tholaster*). Le facies Flysch envahit la partie supérieure du crétacé.

» Toute cette série est percée par un ensemble de roches gabbroïques et lherzolitiques, avec des phénomènes de contact analogues à ceux que M. Lacroix a observés dans les Pyrénées. Je ne puis m'en occuper ici, non plus que du Tertiaire ni du Pléistocène qui seront étudiés dans un travail plus détaillé (1). »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur des observations glaciaires faites en haute Maurienne dans l'été de* 1902 (2). Note de M. **Paul Girardin**, présentée par M. de Lapparent.

« L'été dernier, à la suite d'un printemps plus humide et plus neigeux que de coutume (le 1er juillet il tombait encore de la neige à Bonneval), la limite inférieure des neiges était exceptionnellement basse : le 20 août, on trouvait partout la neige à 2400m; le 10 septembre, on la retrouvait à 2600m. Cette neige, en couche continue ou par plaques, occupait tous les plateaux entourant Bonneval à l'altitude de 2600m à 2700m, et les glaciers, habituellement découverts à pareille époque, étaient presque entièrement ensevelis. La plupart des crevasses étaient masquées par la neige.

» Or, sur la neige fraîche, on pouvait observer des rides en forme de vagues, hautes de quelques centimètres, dessinant des sinuosités, mais parallèles entre elles, et particulièrement visibles sur le glacier des Sources de l'Arc. L'étude de ces *vagues de neige* sur les glaciers formera une contribution utile à cette branche nouvelle, la *Cymatologie*.

» Les glaciers de la haute Maurienne, rarement visités, avaient été reconnus par M. Ch. Rabot en 1878-1879 et par M. Ferrand, et pourvus de repères en 1893-1894 par le prince Roland Bonaparte. De la comparaison avec leurs observations, voici ce qui paraît résulter :

» 1° Dans tous les glaciers de la région le mouvement de retrait, après avoir été

(1) Je tiens à présenter ici mes remercîments reconnaissants à M. Douvillé, le savant paléontologiste de l'École des Mines, qui a bien voulu me guider de ses conseils pour la détermination d'un grand nombre de mes fossiles.

(2) Observations faites sous le patronage de la Commission française des glaciers et du prince Roland Bonaparte.

très rapide, semble dans les dernières années s'être ralenti ou même arrêté. Le changement d'allure doit remonter au moins à 1893, d'après un repère retrouvé du glacier de l'Arc. On peut reconnaître dans ce régime l'effet de la crue partielle dite *de la fin du* XIXe *siècle,* qui se serait produite ici en retard et se serait manifestée soit par des signes positifs d'avancement, soit par un moindre recul. En 1894-95-96 des avalanches de glace détachées du glacier du Mulinet semblaient devoir former dans la vallée un nouveau glacier. Ce régime n'est d'ailleurs qu'une atténuation d'une phase générale de décrue qui a commencé vers 1860.

» 2° A part les Evettes, qui s'alimentent à un vaste bassin, et le Vallonnet inférieur, qui a un régime spécial, tous ces glaciers sont ramenés aujourd'hui à une situation topographique semblable : ils sont réduits à l'état de glaciers de plateaux, qui viennent finir sur le bord supérieur d'escarpements fraîchements abandonnés, soit qu'ils s'arrêtent en deçà de la crête (Sources de l'Arc, Mulinet, Grand-Méan, Arnas), soit qu'ils pendent au-dessus des roches (Baounet). Par suite d'un recul exceptionnellement rapide, le glacier de l'Arc qui, en 1864, descendait jusqu'au fond de la vallée (2188^m), s'est retiré lui aussi sur le plateau.

» 3° Ce retrait, laissant à découvert des surfaces très inclinées, depuis un temps qu'on peut évaluer à quelques années près, donne l'occasion de vérifier ce qu'on a dit de la rapidité du travail d'érosion par l'eau courante ([1]). Au pied du front actuel des glaciers de l'Arc et du Mulinet, les torrents de fonte ont creusé en pleine roche des sillons en forme de rainures rectilignes, larges et profonds de 2^m à 3^m. Ce qui prouve qu'ils ont été creusés depuis le retrait du glacier, c'est que dans un ancien lit du glacier de l'Arc voisin du premier, mais depuis plus longtemps délaissé, le torrent s'est creusé un lit profond déjà d'une dizaine de mètres.

» 4° Le retrait se traduit aujourd'hui moins par un recul proprement dit, d'avant en arrière, que par un mouvement de translation du front de gauche à droite, c'est-à-dire, pour ces glaciers tournés vers l'Ouest, du côté au soleil vers le côté à l'ombre. Là le glacier forme habituellement une saillie, plus ou moins prononcée selon qu'elle est protégée ou non par de la moraine, qui peut atteindre 100^m comme aux Evettes. Le torrent de fonte se déplace à travers la moraine dans le même sens que le front du glacier (Vallonnet).

» La remarque s'applique à certains glaciers du Dauphiné (la Selle, Grand Sablat) qui, faute d'un bassin d'alimentation suffisant, ne remplissent qu'une moitié de leur vallée. Le front du glacier de la Selle n'occupe plus qu'une moitié de sa vallée, la moitié à l'ombre.

» Ainsi, dans cette période de retrait maximum à laquelle nous assistons, l'équilibre étant rompu entre l'alimentation et l'ablation, on dirait qu'il y a de la part du glacier comme un effort intelligent pour se protéger

---

([1]) JEAN BRUNHES, *Les marmites du barrage de la Maigrauge* (*Bull. Soc. fribourgeoise Sc. nat.*, t. VII, 1899, p. 169-185).

de l'insolation, soit en se retirant du côté de l'ombre, soit en s'enveloppant d'une couche protectrice de moraine.

» 5° Enfin, l'occupation par la neige des plateaux, voisins de 2700^m, qui entourent Bonneval, exceptionnelle cette année, réalise des conditions qui ont été normales quand, les glaciers descendant beaucoup plus bas, ces plateaux, encore recouverts 9 ou 10 mois par la neige, l'étaient en tout temps par des glaciers dont les restes morcelés subsistent çà et là à leur surface.

» Entre la glace, qui détermine son modelé propre, et les eaux ruisselantes et courantes qui façonnent si rapidement le terrain, surtout dans les régions de haut relief, on doit donc faire une place spéciale à cette couche quasi permanente de neige, qui forme ceinture autour des hauts massifs à une altitude singulièrement constante, et dont l'effet sur le relief est rigoureusement protecteur. C'est par l'action conservatrice de ces neiges perpétuelles que s'expliqueraient les formes topographiques spéciales à cette haute région.

» Il y a, en effet (feuille Bonneval de l'E.-M.), entre 2700^m et 2900^m, à la limite de la région perpétuellement sous la neige et de celle qui découvre chaque année, de vastes surfaces en forme de plateau horizontal entourant en hémicycle la tête des plus hautes vallées (vallon de la Leisse, 2841^m, 2693^m, 2757^m; vallon du Charvet; Pays désert, 2889^m). Ces plateaux peu ondulés sont à peine entaillés par le lit des ruisseaux, comme si le modelé par l'action des eaux courantes ne faisait que commencer. Les torrents de fonte n'ont pas eu le temps de s'encaisser et coulent à fleur du sol, quoique sollicités par des cours d'eau coulant beaucoup plus bas. Et la présence des schistes lustrés friables et délitables exclut l'idée d'une plate-forme résistante, servant de support à ces plateaux.

» Ainsi nous aurions presque le droit d'associer à l'action de la glace et des eaux courantes un troisième facteur du modelé : il exerce son action sur une bande assez restreinte; mais elle est importante si l'on considère qu'elle caractérise le relief d'une certaine altitude et d'une région limite dans tous les hauts massifs. »

ZOOLOGIE. — *Les phénomènes de* pyrénolyse *dans les cellules de la glande hépato-pancréatique de l'*Eupagurus Bernardus. Note de M. **L. Launoy**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans une cellule au repos, sur des préparations fixées au *Bouin*, la cellule de la glande hépato-pancréatique présente un noyau volumineux, limité

par une membrane nette à réactions chromatiques nucléaires; en général de forme ovoïde, situé à une faible distance de la basale, le noyau repose suivant l'un de ses axes sur une masse spumeuse ou spumo-granuleuse. Dans le premier cas, à l'examen de préparations colorées à l'hématoxyline au fer et à l'orange G, ce protoplasma basal se montre composé tantôt uniquement de très petites vacuoles de volume variable, serrées les unes contre les autres, leur squelette spongioplasmique étant basophile, le contenu hyalin acidophile ou à faible réaction sidérophile, tantôt de vacuoles réunies par petits groupes séparés par un granulum sidérophile, tantôt enfin d'une masse plus ou moins dense de granulations très fines au milieu desquelles sont isolées d'énormes vacuoles en petit nombre, se colorant en noir par l'acide osmique (fixation au Lindsay, Laguesse J.); en certains cas, le noyau repose directement par un des sommets de l'ellipse sur la basale. Dans le noyau, et spécialement dans les noyaux contigus à la basale, on distingue un gros nucléole central et de nombreuses granulations chromatiques sans réseau, disposées en circonférences concentriques à la membrane; l'étude morphologique du *nucléole* permet de le reconnaître comme composé d'une substance hyaline à réaction acidophile (se colore par orange G, lichtgrün, éosine), limitée vis-à-vis du caryoplasma par une substance périphérique épaisse, basophile, et contenant dans sa masse une ou plusieurs granulations basophiles; le nombre de ces granulations internucléolaires (granulat. de pyrénine?) peut être assez élevé pour masquer la substance fondamentale amorphe acidophile.

» A côté de ces noyaux à nucléole central, solitaire, et qu'il y a lieu de considérer comme caractéristique du noyau à l'état quiescent, on en rencontre pourvus de trois ou quatre nucléoles de composition morphologique identique à celle du nucléole primaire dont ils dérivent par bipartition successive; il m'a été impossible, malgré mes efforts et l'emploi de techniques multiples, d'isoler dans ces noyaux polynucléolaires un ou plusieurs nucléoles à réaction uniquement acidophile, tels que ceux décrits dans certaines cellules glandulaires comme *nucléoles de sécrétion* et répondant aux plasmosomes d'*Ogata*. S'adresse-t-on à une glande dont on a provoqué l'*activité* par injection de pilocarpine dans le cœlome, on constate tout d'abord la presque disparition des noyaux à nucléole solitaire, la plus grande partie des cellules présentent des nucléoles en nombre variable; si l'on tente de sérier les différentes images obtenues, on se trouve en présence d'un nombre considérable de faits de structure dont l'interprétation ne laisse pas que d'être délicate.

» Tout d'abord, contre le noyau et, le plus souvent, au pôle extérieur,

en outre de la zone de diffusion caryoplasmique incolore ou légèrement basophile que j'ai signalée déjà dans les cellules à venin de la vipère et que Fr. Meves et K. v. Korff ont vu pendant la division des cellules mâles de certains Myriapodes [1], on remarque des masses circulaires acidophiles paranucléaires, contiguës au suc nucléaire et aux granulations de chromatine; puis, devenant libres dans le cytoplasma, elles semblent résulter de l'exosmose du suc caryoplasmique; si, pendant cet exode, elles entraînent avec elles un ou plusieurs caryosomes hématoxylophiles, on se trouve en présence de formations dont l'homologie de structure sinon d'origine avec le *nebenkern* des auteurs me paraît évidente; en ce qui concerne plus spécialement le nucléole, je distingue les faits suivants :

» 1° Le nucléole primitif central peut se diviser; chaque nucléole fils émigre à l'un des pôles du noyau et peut, à son tour, se diviser; cette division du nucléole *n'est pas accompagnée* de phénomènes cinétiques ni de division nucléaire directe.

» 2° Le nucléole ne se divise pas, mais les granulations de pyrénine peuvent être expulsées dans le caryoplasma sous forme de grains ou subir une fonte partielle et se mélanger au suc nucléaire; sur des préparations fixées au *Zenker* et colorées à la safranine, lichtgrün, hématoxyline, on peut avoir une figure telle que celle-ci : le nucléole est limité par un contour net safranophile, il contient une granulation centrale safranophile, entre celle-ci et la périphérie se trouve la substance fondamentale colorée en vert, le nucléole est encroûté par une masse périphérique de substance safranophile dont les contours s'estompent dans le caryoplasma.

» 3° Le nucléole se divise une fois, chaque nucléole fils est le siège de phénomènes semblables à ceux décrits.

» 4° Le nucléole se divise, un des nucléoles fils ou les deux peuvent subir une pulvérisation de leur masse; il en résulte de petites granulations en nombre variable et qui, après le bleu de Unna-éosine, absorbent les deux pigments et se colorent en vert, ces granulations disparaissent par fonte ultérieure dans le caryoplasma.

» 5° Le nucléole ne subit aucune division, des grains de chromatine se groupent contre lui, il en résulte une masse volumineuse de chromatine condensée, fixant intensivement les colorants nucléaires. Ce sont ici quelques-uns des stades chez l'Eupagure; je n'ai pu constater comme P. Vigier [2] chez l'écrevisse et, comme on peut aussi s'en rendre compte, sur le *Cancer Pagurus* l'expulsion du nucléole *in toto* hors la sphère nucléaire.

» A l'ensemble des faits que je viens de décrire, division du nucléole sans division nucléaire consécutive, pulvérisation d'un ou des nucléoles de

---

(1) Fr. Meyes und K. v. Korff, *Zur Kenntniss der Zelltheilung bei Myriopoden* (*Archiv. f. mikrosk. Anat.*, Bd. 57, Taf. XXI, 1901, p. 481-486).

(2) P. Vigier, *Sur l'origine des pyrénosomes dans les cellules de la glande digestive chez l'écrevisse* (*Comptes rendus*, 1er avril 1901).

division, exode dans le caryoplasma des granulations internucléolaires ou dissolution de ces granulations dans la substance fondamentale acidophile du nucléole, je propose le nom de *pyrénolyse*, me rapportant pour le choix de ce terme à la nomenclature de Schwarz et au nom de *pyrénosomes* donné récemment par P. Vigier (*l. c.*) aux enclaves d'origine nucléolaire.

» Les phénomènes de *pyrénolyse*, qui, chez l'*Eupagurus Bernardus*, sont faciles à suivre grâce au volume des éléments cellulaires, précèdent ou accompagnent l'apparition des filaments ergastoplasmiques; ils sont donc l'indice d'une contribution très active du nucléole à l'élaboration des grains de sécrétion. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le dimorphisme sexuel organique chez les Gallinacés et sa variation avec le régime alimentaire.* Note de M. **Frédéric Houssay.**

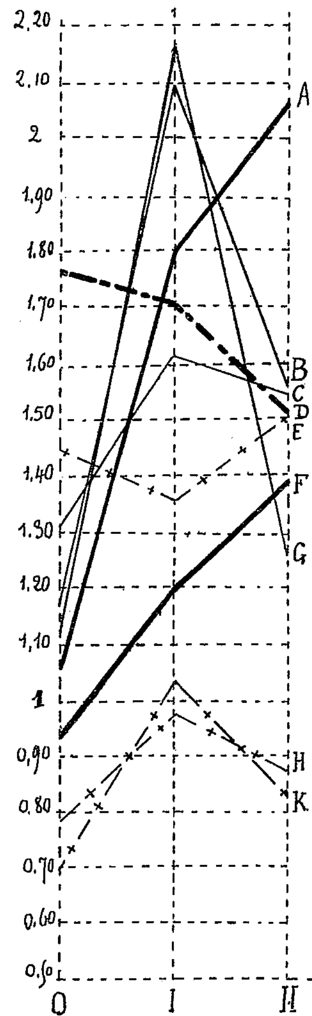
« Le dimorphisme sexuel des Gallinacés est un des plus connus; mais l'on se borne ordinairement à entendre par là des différences extérieures ajoutées aux caractères sexuels fondamentaux, qui se traduisent à l'avantage du mâle par une taille plus élevée, une musculature plus forte, un plumage plus coloré et plus fourni, une crête plus importante, de robustes ergots, etc.

» Pour les organes internes, je trouve, d'après mes recherches, la différence renversée : ils sont plus volumineux chez la femelle, parfois d'une façon absolue, et toujours d'une façon relative si l'on rapporte leur poids au poids total ou au poids actif de l'animal. Il faut excepter, cependant, le cœur et les poumons, qui sont d'ordinaire plus importants chez le coq.

» Afin d'avoir une mesure précise de ce dimorphisme organique, je prends, à chaque génération, les rapports au poids actif d'un organe chez les mâles et les rapports du même organe chez les femelles; je fais la moyenne pour les mâles et la moyenne pour les femelles; et j'appelle *dimorphisme sexuel organique* le rapport de la moyenne femelle à la moyenne mâle. Ce rapport est ordinairement supérieur à l'unité, sauf pour le poumon et le cœur, organes pour lesquels le rapport en question est plus petit que l'unité.

» De la sorte, on obtient, en effectuant les divisions, des nombres qui varient avec chaque organe, et pour chaque organe avec la génération considérée. Les diverses valeurs numériques des rapports sont rassemblées

en un graphique composé en prenant sur les abscisses 20^{mm} pour la durée d'une génération (O, la granivore; I et II, les deux carnivores successives) et sur les ordonnées 1^{mm} pour une variation du rapport de dimorphisme égale à $\frac{1}{100}$.



» Les organes se rangent en quatre catégories :

» 1° *Le dimorphisme croît constamment* pour le rein (courbe A) et pour la rate (F);

» 2° *Le dimorphisme a crû puis décru* pour le pancréas (G), pour le gésier (B) et les cœcums (C);

» 3° *Le dimorphisme a décru puis crû* pour l'intestin (E), le poumon (H) et le cœur (K). Les rapports relatifs au premier de ces organes étant supérieurs à l'unité, tandis qu'ils sont inférieurs à l'unité pour les deux derniers, le même phénomène est traduit pour eux par des courbes de formes inverses.

» 4° *Le dimorphisme a constamment décru* pour un seul organe : le foie (D).

» Comment interpréter ces résultats, sans tomber dans d'aventureuses hypothèses? Ils sont certainement liés avec la production des œufs; mais pas avec cela seulement, ni même d'une façon simple, puisque le dimorphisme varie diversement tandis que la ponte croît toujours. Tout au plus pouvons-nous dire que l'exagération du dimorphisme dans la première génération carnivore, exagération qui n'est point due à quelques singularités des organes mâles, nous montre dans cette génération un bouleversement organique considérable et nous empêche de conclure dès maintenant à une variation presque arrêtée pour la seconde génération (1).

» Ce sont, en tous cas, des données très curieuses et très imprévues, dont il faudra dans la suite de nos expériences tâcher de tirer quelque parti pour démêler la complexité des problèmes qui se posent. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence du saccharose dans les amandes et sur son rôle dans la formation de l'huile.* Note de M. C. **Vallée**, présentée par M. Guignard.

« I. Les amandes arrivées à maturité contiennent, d'une manière constante, du saccharose. Nous avons établi ce fait à l'aide de la méthode à l'invertine de M. Bourquelot (2).

» 200^g d'amandes douces pulvérisées sont jetées peu à peu dans 400^{cm^3} d'alcool à 85° bouillant; on maintient l'ébullition pendant 1 heure, on laisse refroidir et l'on filtre. Sur le filtrat on prélève 100^{cm^3} que l'on soumet à l'évaporation après addition de quelques décigrammes de carbonate de chaux. L'alcool chassé, le résidu est étendu à 100^{cm^3} avec de l'eau thymolée, et l'on en fait deux parts; dans l'une on ajoute $0^g,10$ d'invertine, et dans les deux une pincée de thymol. Les deux flacons sont mis à l'étuve à 35° et, après un séjour de 21 heures, on prend les rotations des liquides ainsi que leur pouvoir réducteur par rapport à la liqueur de Fehling.

---

(1) Voir *Comptes rendus* du 29 décembre 1902.

(2) Em. Bourquelot, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 620.

» Si nous désignons par A le liquide additionné de thymol et d'invertine, par B le liquide additionné simplement de thymol, les résultats observés sont les suivants :

	Déviation.	Sucres réducteurs.
A..........	$-0°20'$	$1^g,612$
B..........	$+2°18'$	$0^g,048$

» Il s'est donc formé $1^g,564$ de sucres réducteurs (exprimés en sucre interverti) représentant pour $[\alpha]_D = -19°,05$ une déviation de $-0°36',6$ alors que les $1^g,485$ de saccharose dont ils proviennent représentent une déviation de $1°,59$ pour $[\alpha]_D = 66°,6$. Si notre solution contenait du saccharose, la déviation polarimétrique, après l'action de l'invertine, devait diminuer d'après nos calculs de $2°35',6$; or l'expérience a donné une déviation de $2°38'$.

» Il résulte de cette expérience que les amandes contiennent du saccharose dans la proportion de $2^g,97$ pour 100. Nous avons confirmé ce fait en isolant le saccharose en nature et en l'identifiant.

» II. Nous nous sommes demandé, en outre, si, par des dosages successifs faits dans des amandes en voie de maturation, il ne serait pas possible de saisir quelques relations entre l'apparition des sucres réducteurs du saccharose et de l'huile.

» Les amandes nécessaires m'ont été expédiées de Montpellier. Ces fruits étaient pesés sitôt reçus, puis on détachait l'amande du péricarpe pour examiner ces deux parties séparément. Plus tard, au début de mai, le péricarpe présentant deux parties nettement différenciées, l'une chargée de chlorophylle et l'autre n'en contenant pas, nous les avons aussi séparées pour l'examen analytique. J'ajouterai en effet qu'en examinant au microscope une coupe transversale du fruit, on trouve, au point de vue histologique, des différences très nettes, entre la partie verte et la partie blanche.

» Le Tableau suivant résume les résultats obtenus. Les quantités des différents sucres sont rapportées à 100 du fruit tel qu'il m'est parvenu aussitôt après la cueillette. Nous n'avons pas cité séparément les résultats obtenus avec le péricarpe blanc et le péricarpe vert pour ne pas compliquer outre mesure le Tableau. Notons simplement que la partie blanche s'est toujours montrée plus riche en sucres réducteurs et en saccharose.

Désignation des prises d'échantillons.	Poids moyen du fruit.	Péricarpe.			Amande.		
		Saccharose pour 100.	Sucres réducteurs pour 100.	Matières grasses pour 100.	Saccharose pour 100.	Sucres réducteurs pour 100.	Matières grasses pour 100.
Fin mars......	$0^g,60$	0,48	5,11	»	0,00	5,57	»
3 avril.......	1,50	0,70	2,71	»	0,33	2,72	»
13 avril.......	4,44	0,59	3,00	»	0,43	2,92	»
23 avril.......	7,50	0,67	3,88	»	»	3,25	»
1er mai........	9,90	,81	3,91	»	1,14	2,80	»

Désignation des prises d'échantillons.	Poids moyen du fruit.	Péricarpe.			Amande.		
		Saccharose pour 100.	Sucres réducteurs pour 100.	Matières grasses pour 100.	Saccharose pour 100.	Sucres réducteurs pour 100.	Matières grasses pour 100.
	g						
24 mai........	12,10	0,84	5,67	»	1,09	2,97	»
12 juin........	11,50	0,61	4,90	»	1,65	0,92	traces
21 juin........	»	»	»	traces	0,93	0,33	traces
5 juillet......	10,10	0,57	4,61	0,42	0,52	0,19	6,97
20 juillet......	9,20	0,77	3,95	0,30	0,54	0,28	14,35
1er octobre....	1,65	»	»	»	3,36	0,08	54,19

» L'examen des données fournies par ce Tableau montre que le péricarpe contient des proportions relativement constantes de sucres réducteurs et de saccharose pendant la maturation.

» Dans l'amande, au contraire, les sucres réducteurs diminuent progressivement au fur et à mesure qu'apparaît soit le saccharose, soit la matière grasse.

» Le saccharose va en augmentant jusqu'à l'apparition de l'huile, puis on le voit diminuer peu à peu pour remonter finalement lorsque la formation de l'huile sera moins active.

» Remarquons enfin que le péricarpe ne contient jamais que des traces d'huile.

» Nous nous sommes demandé toutefois si ces résultats, rapportés à la matière sèche, et non plus à la substance humide, ne prendraient une autre signification. C'est pourquoi nous avons eu soin de déterminer pour chaque échantillon le poids de matière sèche, en employant comme moyen de dessiccation le vide sulfurique. Nous donnons ci-après parallèlement les quantités de sucres réducteurs et de saccharose calculées suivant les deux méthodes :

Sucres réducteurs.

Dans la matière humide, pour 100......	0,92	0,33	0,19	0,28	0,08
Dans la matière sèche, pour 100........	8,38	2,90	1,18	1,00	0,08

Saccharose.

Dans la matière humide, pour 100......	1,65	0,93	0,52	0,54	3,36
Dans la matière sèche, pour 100........	15,05	8,13	3,20	1,89	3,55

» On voit que les quantités des différents sucres ont été en diminuant, tant par rapport à la matière humide que par rapport à la matière sèche.

» L'ensemble de ces résultats permet donc de supposer qu'il y a, dans le péricarpe, une formation ou un afflux constant de sucres réducteurs et de saccharose; puis, que ces hydrates de carbone vont s'accumuler dans la graine, où ils concourent à la formation de l'huile.

» Il nous paraît difficile d'aller plus loin actuellement et de dire quels sont, du saccharose ou des sucres réducteurs, les précurseurs immédiats de l'huile.

» Dans un travail récent, Hartwich et Ullmann (1), en étudiant l'apparition de l'huile dans les olives, en même temps que les variations quantitatives des sucres réducteurs, ont conclu que l'huile se forme aux dépens du glucose; mais cette conclusion nous paraît d'autant plus prématurée que les auteurs n'ont guère suivi les variations du sucre que par des réactions de coloration au microscope. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la formation de la pourpre de* Purpura lapillus. Note de M. **Raphaël Dubois.**

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 27 janvier 1902, j'ai exposé les résultats des expériences qui m'ont conduit à reconnaître que la pourpre des *Murex* est le résultat de la transformation d'une substance que j'ai appelée *purpurine*, par une zymase à laquelle j'ai donné le nom de *purpurase*. Ces produits préexistent dans la glande à pourpre et, de leur conflit, naissent des corps instables dont l'altération, sous diverses influences physiques, donne la *pourpre*.

» Ce mécanisme nouveau de formation des pigments par les zymases me semble très général et, pour ce motif, très important; aussi ai-je été surpris de lire dans une Note (2) de M. Letellier, dont on connaît les belles recherches sur la pourpre des *Purpura*, la phrase suivante : « Le » mécanisme de la formation de la pourpre chez le *Purpura lapillus* est » différent de celui qu'a découvert le savant professeur de physiologie de » Lyon, chez le *Murex brandaris*. »

» J'ai envoyé à M. Letellier des *Murex brandaris* et des échantillons de *purpurase* et de *purpurine* qui lui ont permis de constater l'exactitude de

(1) *Archiv der Pharmacie*, Band CCXL, Heft 6.

(2) Extrait des *Archives de Zoologie expérimentale et générale, notes et revues*, n° 3, 1902.

mes recherches sur le genre *Murex*, ainsi qu'il a bien voulu me l'annoncer dans une lettre du 15 mai 1902. Mais, en outre, M. Letellier a eu l'extrême obligeance de m'envoyer des *Purpura lapillus*, avec lesquels j'ai obtenu les mêmes résultats fondamentaux qu'avec les *Murex*.

» La purpurase du *Purpura lapillus*, comme celle des *Murex*, se prépare facilement en broyant les glandes à pourpre, rapidement détachées, avec du sable de grès et de l'alcool. Le magma épuisé par l'alcool est repris par l'eau chloroformée. On jette la macération sur un filtre et le liquide filtré est reçu dans l'alcool absolu, où il se forme un abondant précipité floconneux renfermant la purpurase, que l'on purifie par les procédés ordinaires.

» Si M. Letellier n'est pas arrivé immédiatement aux mêmes résultats que moi, cela tient à ce qu'il ne s'était pas placé dans les mêmes conditions de déterminisme expérimental, ainsi qu'il l'a reconnu, d'ailleurs, dans sa lettre.

» En résumé, la conclusion qui s'impose c'est que le mécanisme intime, fondamental, de la formation des matières purpurigènes, dans le genre *Purpura* aussi bien que dans le genre *Murex*, résulte de l'activité d'une zymase : la *purpurase*. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur l'influence des variations d'altitude sur les échanges respiratoires.* Note de M. J. **Tissot**, présentée par M. Chauveau.

« Au cours d'une ascension en ballon, effectuée le 13 août 1902, j'ai fait de nouvelles recherches sur l'action des variations de la pression barométrique sur les échanges respiratoires, à l'état de repos et à l'état de travail [1].

» L'aérostat, parti de Paris à $12^h 50^m$, a atterri à Ancy-le-Franc (Yonne) vers $4^h 45^m$, après avoir atteint une hauteur de 4300^m. La pluie, qui nous a surpris avant le départ,

---

[1] Les moyens de réaliser ces expériences ont été fournis par la Commission scientifique de l'Aéro-Club et, plus particulièrement, par le prince Roland Bonaparte à qui je dois, d'autre part, d'avoir pu étudier la respiration dans les enceintes à air raréfié.

M. le comte de Castillon de Saint-Victor, qui a organisé l'ascension et l'a dirigée avec son talent habituel, a droit, en outre, à nos remercîments pour la part qu'il a prise aux dépenses qu'elle a occasionnées.

et la présence d'une couche de nuages de plus de 3000^m d'épaisseur ne nous ont pas permis de dépasser cette altitude. Mais je n'en ai pas moins fait, jusqu'à la hauteur de 4300^m, plusieurs séries d'expériences qui présentent de l'intérêt au point de vue de la physiologie de la respiration.

» *Dispositif expérimental.* — Le dispositif employé dans ces expériences n'a pas été imaginé spécialement pour les ascensions en ballon. Il est employé depuis longtemps au laboratoire de M. Chauveau et a déjà été décrit ou rappelé plusieurs fois au sujet d'autres recherches.

» L'air expiré est recueilli dans un système de deux vessies de porc à l'aide de l'appareil à séparation des courants d'air inspiré et expiré (¹).

» Les parois de ces vessies qui ont subi la préparation spéciale antérieurement *signalée* (²) sont extrêmement légères et souples. Elles ont été imprégnées d'huile pour empêcher la diffusion des gaz. Ces vessies sont absolument dépourvues de résistance à la pénétration de l'air. L'ensemble du système, appareil et vessie, permet au sujet de respirer dans des conditions absolument normales. Les résistances sont nulles; aussi, le sujet peut respirer sans gêne pendant très longtemps, même 5 à 6 heures, dans cet appareil, quand on remplace d'une façon continuelle les vessies pleines par des vessies vides.

» Aussitôt l'air expiré recueilli, il en est immédiatement prélevé un échantillon, puis le reste est emmagasiné dans un sac de caoutchouc pour être ultérieurement mesuré au laboratoire avec précision, dans des conditions de température et de pression exactement connues.

» Je me suis exclusivement attaché, dans mes recherches, à la détermination des coefficients respiratoires et à la mesure précise du débit réel de l'air expiré qui sert de base au calcul pour cette détermination. Le débit respiratoire apparent a été calculé ultérieurement en partant du débit réel.

» J'ai fait, à l'aide de ce procédé, deux séries de détermination des coefficients respiratoires à l'état de repos, assis, à différentes altitudes, une sur moi et une sur un aide qui m'assistait dans l'ascension.

» J'ai fait, par le même procédé, deux séries de détermination des coefficients à l'état de travail au niveau du sol, et à l'altitude de 4300^m.

» Les deux sujets étaient à jeun, n'ayant pris avant le départ que 100^{cm^3} environ de café sans sucre.

» Des déterminations des coefficients à l'état de repos et à l'état de travail ont été effectués avant le départ; deux autres déterminations ont été effectuées sur le sol après l'atterrissage.

» Les analyses des gaz ont été faites au retour au laboratoire par la méthode décrite dans le *Traité de Physiologie biologique,* page 717, à l'aide de l'eudiomètre de précision de M. Chauveau.

(¹) Voir *Traité de Phys. biologique*, p. 755, et *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1534.

(²) Voir *Traité de Phys. biologique*, p. 752, et *Arch. de Physiologie*, 1896, p. 570.

» Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau suivant :

	Horaire.	État du sujet.	Pression barométrique.	Intensité absolue des échanges respiratoires. CO² exhalé.	O² absorbé.	Intensité relative des échanges d'après CO² + O².	Débit resp. réel (0°,760).	Valeur des altérations de l'air p^r 100^cm³. CO².	O².	Débit respir. apparent.	Quotient respiratoire.	Hauteur.
	h m		cm				l			l		
Tissot.	10 5	Repos	76,3	254	280	1,00	9,036	2,81	3,10	9,88	0,91	Terre
	10 20	Travail	76,3	565	618	2,22	19,170	2,95	3,23	20,950	0,91	Terre
	2	Repos	52,0	229	274	0,94	5,334	4,30	5,14	8,66	0,84	3100^m
	2 45	id.	48,5	232	281	0,96	5,474	4,24	5,14	9,55	0,83	3600
	3 50	Travail	44,5	583	649	2,31	13,108	4,45	4,94	25,00	0,90	4300
	5 35	Repos	76,6	234	310	1,02	7,665	3,05	4,04	8,350	0,75	Terre
Leroux.	10 30	Repos	76,3	208	249	1,00	7,373	2,82	3,38	8,06	0,83	Terre
	10 40	Travail	76,3	444	436	1,93	14,305	3,10	3,05	15,630	1,02	Terre
	1 25	Repos	60,0	190	228	0,92	5,017	3,78	4,54	7,020	0,83	1900^m
	2 30	id.	51,5	233	265	1,09	5,262	4,43	5,04	8,630	0,88	3300
	3 40	Travail	45,8	431	501	2,04	9,081	4,74	5,52	16,800	0,86	4100
	3 50	Repos	44,5	226	248	1,04	4,334	5,21	5,72	8,350	0,91	4300
	5 20	id.	76,6	239	296	1.17	7,309	3,27	4,05	7,960	0,81	Terre

» La signification de ces résultats mérite d'être exposée et discutée d'une manière spéciale. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude comparative de l'activité productrice de glycose par les muscles striés, le myocarde et les muscles lisses.* Note de MM. Cadéac et **Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans deux Notes précédentes nous avons démontré que la production de glycose est une fonction dévolue aux muscles de la vie animale. Cette fonction appartient-elle également au cœur et aux muscles lisses?

» Pour répondre à cette question d'une manière précise, recherchons : 1° si ces divers tissus ébouillantés au moment même de leur prélèvement renferment du glycose ; 2° s'ils sont capables d'en produire quand ils sont soumis à la vie asphyxique dans l'huile ou le fluorure de sodium à 2 pour 100 pendant un temps variant de 4 heures à 48 heures à la température de 37°.

» I. La recherche comparative immédiate du sucre, à l'aide de la phénylhydrazine et de la liqueur de Fehling, dans les muscles striés, le cœur et les muscles lisses provenant du même chien nous a permis de recueillir les résultats suivants :

» 1° Le muscle strié est quelquefois entièrement privé de sucre; le plus souvent, il en renferme des traces; il peut en contenir une quantité qui oscille ordinairement de 1^cg à 4^cg pour 100^g de tissu.

» 2° Le cœur renferme constamment du sucre et en proportions toujours plus grandes que les muscles striés. Il n'est pas rare d'en trouver 8^{cg} à 10^{cg} pour 100^{g} de tissu.

» 3° Les muscles lisses sont généralement dépourvus de sucre ou n'en renferment que des traces ; il y en a moins de 1^{cg} pour 100^{g} de muscle.

» II. Pourvus de ces données, déterminons l'activité productrice en glycose de chacun de ces tissus plongés dans l'huile ou le fluorure de sodium en tenant compte des quantités de glycose existant primitivement dans un poids égal de tissu envisagé (100^{g}).

Séjour de 4h dans un bain d'huile à 37°.

	Glycose produit.		
	Exp. I.	Exp. II.	Exp. III.
	cg	cg	cg
Muscle	5,9	1,5	2,4
Cœur	22,6	4,3	9,4
Musculeuse de la vessie	0,0	0,0	0,0

Séjour de 24h dans une solution de fluorure de sodium à 37°.

	Glycose produit.	
	Exp. IV.	Exp. V.
	cg	cg
Muscle	1,1	8,6
Cœur	5,4	11,9
Musculeuse de la vessie	0,0	0,5
Musculeuse de l'estomac	0,8	»

» Dans l'expérience IV, la musculeuse de la vessie, qui n'avait rien donné au bout de 24 heures, donna des traces de glycose après 48 heures.

Séjour de 48h dans une solution de fluorure de sodium à 37°.

	Glycose produit.	
	Exp. VI.	Exp. VII.
	cg	cg
Muscle	9,0	3,3
Cœur	11,7	14,6
Musculeuse de la vessie	0,5	0,8

» De ces recherches nous croyons pouvoir dégager les conclusions suivantes :

» 1° Le cœur est l'organe de l'économie qui produit le plus de sucre après le foie; les quantités de glycose élaborées par cet organe sont toujours notablement supérieures à celles des autres muscles striés placés dans les mêmes conditions.

» 2° Les muscles lisses ne produisent qu'une très faible quantité de sucre après un temps prolongé.

» 3° La production de sucre par ces tissus est en relation avec leur teneur normale en glycose; ce sont les tissus vivants en renfermant le plus qui en élaborent davantage pendant la vie asphyxique. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le calcul de l'écrémage et du mouillage dans les analyses du lait.* Note de MM. **Louïse** et **Ch. Riquier**.

« Étant donné un lait que l'on soupçonne d'avoir subi ou un écrémage, ou un mouillage, ou un écrémage suivi d'un mouillage, nous nous sommes proposé, dans une Note communiquée à l'Académie le 22 avril 1901, de calculer aussi exactement que possible, d'une part, le rapport ε qui existe entre le poids de beurre enlevé par écrémage et le poids total de beurre primitivement contenu dans le lait; d'autre part, le rapport μ qui existe entre le volume d'eau mélangé au lait à la suite de l'écrémage et le volume total du mélange.

» Prenant comme unité de poids le kilogramme et comme unité de volume le litre, nous avons nommé E, b, s, c, f les poids respectifs d'extrait, beurre, sucre, cendres et caséine contenus dans le volume 1 avant la falsification, et E', b', s', c', f' les poids analogues après la falsification.

» Les quantités E', b', s', c' et E, b, s, c se mesurent à l'aide d'expériences auxquelles on soumet, d'une part le lait incriminé, d'autre part un lait *témoin*, c'est-à-dire un lait de même origine pris à l'étable en présence des agents de l'autorité; quant aux quantités f et f', elles sont liées aux précédentes par les relations

$$E = b + s + c + f,$$
$$E' = b' + s' + c' + f'.$$

» Cela posé, on a d'abord, pour le calcul du mouillage, les formules

(1) $$1 - \mu = \frac{s'}{s} = \frac{c'}{c} = \frac{E' - b'}{E - b}.$$

» La valeur de μ étant connue, on compare le produit $b(1 - \mu)$ à la quantité b', qui lui est nécessairement inférieure ou égale; si elle lui est égale, il n'y a pas écrémage; si elle lui est inférieure, il y a écrémage, et l'on a

(2) $$\varepsilon > \frac{b(1 - \mu) - b'}{b(1 - \mu) - bb'}.$$

» Les formules (1) donnent ainsi la valeur exacte de μ, et la formule (2) une limite inférieure de ε. Pour obtenir cette dernière, nous avons tenu compte, autant que possible, de la diminution de volume due à l'écrémage; si on la néglige entièrement, on a la formule

$$\varepsilon > 1 - \frac{b'}{b(1 - \mu)};$$

mais on obtient de cette manière une limite inférieure moins approchée que par la formule (2).

» Dans une Note communiquée à l'Académie le 4 novembre 1901, M. Génin a traité la même question. En désignant par θ le volume 1,08 occupé par 1kg de beurre à 15°C., et adoptant d'ailleurs les mêmes notations que ci-dessus, les formules auxquelles il est conduit peuvent s'écrire :

$$(3) \qquad 1-\mu = \frac{E' - b' - \theta(bE' - Eb')}{E - b},$$

$$(4) \qquad \varepsilon = 1 - \frac{b'}{b(1-\mu)}.$$

» La formule (4) s'obtient, comme nous l'avons dit plus haut, *en négligeant entièrement la diminution de volume due à l'écrémage.* Quant à la formule (3), M. Génin s'appuie, pour l'établir, sur le principe suivant : *Si deux laits* L *et* L_1 *ne diffèrent entre eux que par la proportion de beurre, des volumes égaux de ces laits complètement privés de beurre auront même extrait.* Or, il est facile d'apercevoir que ce principe est en défaut. Si l'on désigne en effet par b et b_1 les poids de beurre contenus dans le volume 1 des laits respectifs L et L_1, et par s, c, f les poids de sucre, cendres et caséine contenus dans le volume 1 de l'un et l'autre lait, au volume $1 - b\theta$ du lait L, complètement dégraissé, correspondra l'extrait $s+c+f$, et au volume 1 l'extrait $\frac{s+c+f}{1-b\theta}$; de même, au volume 1 du lait L_1, complètement dégraissé, correspondra l'extrait $\frac{s+c+f}{1-b_1\theta}$. Pour que ces deux extraits fussent les mêmes, il faudrait que l'on eût

$$\frac{s+c+f}{1-b\theta} = \frac{s+c+f}{1-b_1\theta},$$

ou $b = b_1$, c'est-à-dire que la proportion de beurre fût la même dans les deux laits avant le dégraissage.

» En résumé, M. Génin calcule le mouillage à l'aide d'une formule basée sur un principe contestable, et il néglige entièrement, dans le calcul de l'écrémage, la diminution de volume produite par cette falsification. Les formules que nous avons proposées nous semblent, au contraire, ne s'appuyer sur aucun raisonnement douteux, et tenir compte, dans la mesure du possible, de la diminution de volume due à l'écrémage. »

GÉOLOGIE. — *Remarque sur l'origine de l'activité volcanique.* Note de M. **Stanislas Meunier.** (Extrait.)

« En terminant ses recherches sur la composition des fumerolles du mont Pelé, dans le dernier numéro des *Comptes rendus,* M. A. Gautier formule une conclusion générale sur la cause des phénomènes volcaniques :

« Il suffit, dit-il, pour que se produisent les éruptions gazeuses d'eau et de gaz com-

bustibles caractérisant les volcans, que les dépôts de roches sédimentaires se répartissent inégalement à la surface du globe et que les formes internes se modifient elles-mêmes très lentement ou brusquement sous l'effet de ces pressions, pour que les strates profondes se réchauffent de quelques centaines de degrés au contact des parties centrales encore fondues qui pénètrent à travers toutes leurs fissures. Le dégagement des gaz volcaniques, avec leur composition et leur pression formidable, sera la conséquence nécessaire de ce simple réchauffement. »

» Je demande à l'Académie la permission de constater que c'est là, dans ses grandes lignes, la théorie volcanique à laquelle m'ont amené mes études sur le sujet. Après les avoir développées dans mon Cours du Muséum, j'en ai indiqué le principe dès le mois de maî, dans la *Nature*, et, depuis lors, j'ai repris la même question dans des Conférences faites en juin à Autun et en août à Montauban. Ma *Géologie générale*, publiée en octobre, en contient également l'essentiel.

» Allant d'ailleurs plus loin dans la voie géologique, j'ai montré que le réchauffement des roches pourvues d'eau, par des masses plus profondes, poussées au-dessus d'elles, se rattache aux traits fondamentaux de la Physiologie tellurique. Il résulte de là une compréhension nette de la distribution géographique des volcans actifs. On voit enfin se dégager, de ce genre d'études une notion précise sur le mode de circulation verticale de l'eau dans l'épaisseur de l'écorce terrestre. Ces vues, essentiellement activistes, sont résumées dans une courte Notice imprimée, dont j'ai l'honneur d'offrir un exemplaire à l'Académie. »

M. Eug. Colvis présente à l'Académie deux Notes intitulées : « Nouvelle application de la force centrifuge » et « Principe du microphone appliqué à l'appareil récepteur du téléphone ».

(Commissaires : MM. Marcel Deprez, Mascart, d'Arsonval.)

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JANVIER 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXXXIV des *Comptes rendus* (janvier-juin 1902) est en distribution au Secrétariat.

M. le **Président**, en ouvrant la séance, s'exprime comme il suit :

« Une très intéressante cérémonie a eu lieu hier dans le grand amphithéâtre de l'École de Médecine, sous la présidence de M. le Ministre de l'Instruction publique, assisté du Vice-Recteur de l'Académie de Paris, du Directeur de l'Enseignement supérieur, des Doyens des Facultés et de plusieurs Membres de l'Institut. Les amis, les élèves, les admirateurs de M. Brouardel lui ont offert une médaille. Les discours qui ont été prononcés ont mis en relief les services que M. Brouardel a prodigués à la Science et à l'Humanité avec tant de dévouement, tant de désintéressement. Nous sommes heureux de voir rendre hommage au talent et au caractère de l'un de nos Confrères les plus aimés. »

M. **Brouardel** répond :

« Monsieur le Président, je suis profondément touché des paroles si affectueuses que vous venez de prononcer. Elles renouvellent la joie que j'ai éprouvée quand, il y a dix ans, l'Académie m'a admis dans son sein. Vous avez alors donné une consécration précieuse à mes travaux.

» Je vous remercie, Monsieur le Président; les éloges trop bienveillants

que vous venez de m'adresser ne pouvaient l'être par une personne pour qui j'aie une plus profonde estime. »

M. Bornet donne lecture de la Notice suivante sur M. *Sirodot :*

« Simon Sirodot, Correspondant de la Section de Botanique depuis 1885, est né à Longeau (Haute-Marne), le 10 janvier 1825. Il fit ses études d'abord à Dijon, puis à Paris. Sorti de l'École Normale supérieure en 1852, il fut successivement professeur, à des titres divers, dans les lycées de Toulouse, de Strasbourg, du Mans, de Cahors et de Limoges. En 1860, il est chargé du Cours de Zoologie et de Botanique à la Faculté des Sciences de Rennes. Il devient titulaire de la même chaire en 1867. Nommé doyen de la Faculté en 1869, il en remplit les fonctions pendant 24 années. Il prit sa retraite en 1895.

» Ses premiers travaux furent consacrés à la Zoologie. Dans ses Recherches sur les sécrétions des Insectes (1859), il employa les méthodes de la microchimie et de la microcristallographie à la détermination de la nature des glandes. Une des Planches de ce Mémoire montre, figurés pour la première fois, les corpuscules de la pébrine des vers à soie. Il reconnut aussi en suivant l'éclosion, à Rennes, d'œufs de vers à soie envoyés du Midi de la France à l'un de ses collègues de la Faculté, M. Lallemand, que ces corpuscules sont assez nombreux, dans les dernières périodes de l'incubation, pour qu'il soit possible d'éliminer ceux qui donneraient des vers malades.

» Successeur de Félix Dujardin à qui ses travaux sur les Infusoires avaient acquis une grande et légitime renommée, M. Sirodot fut naturellement porté à continuer la tradition et dirigea ses recherches vers les organismes unicellulaires colorés en vert qu'il présumait être des formes transitoires d'Algues plus compliquées. La question des générations alternantes attirait surtout son attention.

» Deux genres de Floridées d'eau douce, les *Lemanea* et les *Batrachospermum* lui en fournirent de très beaux exemples. Il se lança dans leur étude avec l'enthousiasme et la ténacité dont il était coutumier.

» Avant lui Kützing, Thwaites et Wartmann avaient observé, dans quelques espèces, que les longs thalles, de structure anatomique compliquée, qui constituent le *Lemanea* fructifié naissent d'un prothalle gazonnant, filamenteux, composé de cellules placées bout à bout comme dans

les Conferves. A ces observations fragmentaires M. Sirodot substitua un examen complet de toutes les espèces, et l'on sait maintenant, grâce à lui, que la vie annuelle d'un *Lemanea* comprend deux périodes, l'une végétative, l'autre fructifère, dont chacune est représentée par un thalle très différent d'aspect et de structure.

» Il reconnut le premier la liaison génétique qui unit les *Batrachospermum* aux *Chantransia* d'eau douce. Les premiers sont la forme sexuée, les seconds la forme asexuée. Dans certaines circonstances, les uns et les autres se multiplient indéfiniment sous leur forme propre; mais le plus souvent ces formes sont saisonnières. Le *Batrachospermum* apparaît au printemps et résulte du développement, sur le *Chantransia*, d'un rameau particulier dont la loi de croissance est toute différente de celle des autres rameaux. M. Sirodot étudia, d'une manière approfondie, pour chacune des nombreuses espèces qu'il a découvertes en Bretagne, les particularités que présentent les formes asexuées et sexuées pendant le cours de leur existence. Le résultat de ses investigations est consigné dans un gros volume illustré de 50 planches en grande partie dessinées par lui-même et gravées par Picart. Le mérite d'avoir conduit à bien des travaux de cet ordre est rehaussé par la difficulté de se procurer des matériaux d'étude. Les *Lemanea* croissent sous les chutes d'eau, dans les courants rapides; les *Batrachospermum* dans les fontaines, au fond des ruisseaux, et comme l'apparition du thalle sexué a lieu pendant l'hiver, il fallait toute l'ardeur dont M. Sirodot était enflammé pour aller les recueillir lorsque les eaux sont hautes et froides.

» La découverte des organes sexués et de la fécondation chez les *Lemanea* est due à M. Sirodot.

» Il montra aussi que les *Chantransia* d'eau douce ne sont pas tous asexués, mais qu'une espèce, pour laquelle il établit le genre *Balbiania*, présente des anthéridies et des carpogones. Thuret avait fait la même observation pour les *Chantransia* marins.

» Un autre travail important de M. Sirodot est l'exploration qu'il a faite d'un gisement préhistorique de l'époque de l'*Elephas primigenius* au pied du mont Dol, situé dans l'arrondissement de Saint-Malo, au milieu du marais qui borde au sud la baie du mont Saint-Michel. Ayant appris que des ossements fossiles y avaient été découverts, il s'assura le privilège de l'exploration. De 1872 à 1876, une série de fouilles méthodiquement conduites mirent à jour, en quantité considérable, des silex taillés, des dents et des

ossements brisés de chevaux, d'éléphants, de rhinocéros, de bœufs, etc., et même d'un lion et d'un mammouth.

» Les recherches scientifiques n'absorbaient pas toute son activité. L'amélioration des procédés de culture de sa région le préoccupait vivement. Il prodigua, sans compter, aux Sociétés d'Agriculture et d'Horticulture de Rennes, son temps, sa peine et ses conseils. Un accident qui lui rendit la marche difficile le condamna au repos quelques mois avant sa mort. Il s'est éteint le 11 de ce mois à l'âge de 77 ans. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les alcaloïdes des quinquinas : quinine et quinidine,* par MM. **Berthelot** et **Gaudechon.**

« Nous avons entrepris l'étude thermochimique des principaux alcalis des quinquinas : quinine, quinidine, cinchonine, cinchonidine, cinchonamine. Nous avons opéré sur des produits fournis par Merck, en les purifiant au besoin, et en préparant leurs sels. La composition de tous les corps mis en œuvre a été vérifiée avec soin, par des analyses complètes. Nous avons déterminé ensuite la chaleur de combustion des alcalis et leur formation par les éléments; puis nous avons mesuré la chaleur de formation de leurs sels : à l'état solide, anhydre et hydraté, et à l'état dissous. Nos observations jettent un jour nouveau sur la constitution des polyamines naturelles de l'ordre de la quinine, composés analogues aux éthylènediamines, étudiées précédemment par l'un de nous ([1]), et sur les degrés divers de leur neutralisation par les alcalis. Elles mettent en évidence les changements de constitution moléculaire des bases organiques, à partir des premiers moments de leur précipitation, changements comparables, à certains égards, à ceux des oxydes métalliques précipités, définis autrefois au point de vue thermochimique par M. Berthelot ([2]) et par M. Recoura ([3]).

» L'isomérie entre les alcaloïdes organiques, tels que la quinine comparée à la quinidine et la cinchonine comparée à la cinchonidine, a fait de notre part l'objet d'une étude spéciale, ainsi que la comparaison de groupes d'alcalis congénères, mais dont la composition est différente.

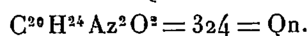
([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XX, 1900, p. 163.

([2]) Même Recueil, 5e série, t. IV, 1875, p. 174; 6e série, t. I, 1884, p. 102.

([3]) Même Recueil, 6e série, t. X, 1867, p. 28, 61, 68. — Thermochimie : *Données et lois numériques*, t. II, p. 276.

» Ces questions et diverses autres, d'un intérêt général au point de vue de la Mécanique chimique, sont abordées dans les recherches qui suivent.

A. — QUININE.



$C^{20}H^{24}Az^2O^2 = 324 = Qn.$

» Données expérimentales.

» I. QUININE AMORPHE, séchée à 105°, anhydre.

» *Chaleur de combustion,* pour 1^g : 8216^{cal} (3 expériences).

» D'où résulte pour le poids moléculaire

$2661^{Cal},3$ à volume constant; 2663,7 à pression constante.

Formation par les éléments : $20C + 24H + 2Az + 2O$	$+ 50^{Cal},5$
QUININE ANHYDRE. Dissolution dans $4HCl$ étendu, à 12°	$+ 16^{Cal},2$

» II. HYDRATE CRISTALLISÉ : $Qn + 3H^2O$.

Dissolution dans $4HCl$ étendu, à 12°	$+ 11^{Cal},5$

d'où résulte :

Qn anhydre $+ 3H^3O$ liquide	$+ 4^{Cal},73$
Pour H^2O solide, à 12°, le calcul donnerait	$+ 0^{Cal},05$

c'est-à-dire que la chaleur de formation de l'hydrate de quinine est voisine à la chaleur de solidification de l'eau combinée : relation fort commune dans l'étude des hydrates peu stables, sans constituer cependant une loi générale.

» III. QUININE RÉCEMMENT PRÉCIPITÉE.

» On a opéré de la manière suivante :

» 1° Quinine anhydre dissoute dans $4HCl$ étendu à 19°... $+ 15^{Cal},5$, puis précipitée par HOH étendu, et redissoute aussitôt dans le calorimètre même, par $4HCl$ étendu à 19°... $+ 13^{Cal},95$.

» La différence $15,5 - 13,95 = + 1^{Cal},55$ représente une transformation, susceptible d'être expliquée si l'on admet la formation, lente mais partielle, de l'hydrate cristallisé à $3H^2O$.

» 2° Même série d'opérations avec $2HCl$, $2KOH$, $2HCl$, à 19° : ce qui a fourni cette fois $15,7 - 13,2 = + 2^{Cal},5$.

» Même explication. Dans l'essai 1°, il y aurait un tiers de quinine

transformé; dans l'essai 2°, la moitié. Cependant cette explication n'est pas certaine, l'identité de la quinine, ainsi précipitée en un espace de quelques minutes, avec un simple mélange de quinine anhydre et de quinine à $3H^2O$, n'étant pas très probable.

» 3° Quinine anhydre dissoute dans HCl étendu à 11°; ce qui dégage $+16^{Cal},2$; puis précipitée par $4AzH^3$ étendue et redissoute aussitôt dans 4HCl étendu à 11°: $+14^{Cal},7$.

» La différence $16,2 - 14,7 = 1^{Cal},5$ est la même que dans 1°.

» IV. Quinine précipitée depuis quelques jours.

» On sait que l'hydrate cristallisé, $Qn3H^2O$, se prépare dans des conditions spéciales, bien connues. Sans en attendre la formation régulière, nous avons réalisé la même série d'opérations que dans 3°; avec cette différence que le précipité obtenu au moyen de $4AzH^3$ a été abandonné cette fois pendant 5 jours, dans le calorimètre même, avec son eau mère; puis on l'a redissous dans 4HCl étendu à 8° : ce qui a dégagé $+7^{Cal},7$ seulement.

» Par rapport à l'état précédent (caractérisé par le chiffre 14,7) la différence est de 7^{Cal}. Mais, par rapport à la quinine anhydre initiale, on a : $16^{Cal},2 - 7^{Cal},7 = +8^{Cal},5$.

» Ce grand écart est d'autant plus remarquable qu'il surpasse de $3^{Cal},8$ la valeur répondant à l'hydrate cristallisé $Qn,3H^2O$.

» Une semblable transformation lente du précipité peut être interprétée de deux façons :

» Soit en supposant un changement progressif dans l'hydratation de la quinine, donnant lieu à un composé tel que $8H^2O$ ou $9H^2O$, beaucoup plus avancé que l'hydrate cristallisé $3H^2O$;

» Soit par une transformation moléculaire spéciale de la quinine elle-même, accomplie avec dégagement de chaleur, comme celle de l'oxyde de chrome.

» La quinine modifiée serait susceptible d'ailleurs d'éprouver en même temps un accroissement dans le nombre de molécules d'eau qui s'y combinent. En tous cas, cette modification ne paraît pas changer la nature des sels de quinine préparés avec son concours.

» La quinine anhydre qui nous a servi de point de départ provenait d'une fabrication industrielle, c'est-à-dire qu'elle avait été préparée au moyen de l'ammoniaque.

» V. ACTION DES ALCALIS ÉTENDUS SUR LA QUININE.

» Pour achever d'éclaircir cette question, nous avons examiné l'action de la potasse étendue et de l'ammoniaque étendue sur la quinine anhydre, sur l'hydrate cristallisé et sur un échantillon de quinine précipitée commerciale, qui renfermait 25 centièmes d'eau (environ $6H^2O$) dont l'état de combinaison avec la base n'était pas connu. Les actions exercées, sur ce dernier échantillon par un excès d'eau, par la potasse étendue et par l'ammoniaque étendue, ont été trouvées sensiblement nulles. Avec les deux autres échantillons (anhydre et hydrate cristallisé), on a observé un léger dégagement de chaleur, plus notable avec la quinine anhydre, et attribuable, en partie du moins, à une hydratation lente.

» Venons aux sels de quinine.

» VI. CHLORHYDRATES. — Il en existe deux, comme pour les diamines.

Qn, HCl = 360,5 et Qn, 2HCl.................... = 397.

» Nous les avons étudiés à l'état solide, anhydre et hydraté, et à l'état dissous.

» *Etat dissous.* — Nous avons trouvé

Qn anhydre + 4HCl étendu = Qn, 2HCl dissous,	à 11°...	$+16^{\text{Cal}},2$
» 4HCl »	à 19°...	$+15^{\text{Cal}},5$

» A 19°, l'action de 2HCl étendu a donné $+15^{\text{Cal}}$: valeur qui se confond avec la précédente, dans les limites d'erreur. D'où il résulte que l'addition des deux derniers équivalents de HCl ne produit pas d'effet thermique bien sensible. Les valeurs précédentes s'appliquent donc bien au dichlorhydrate : elles semblent indiquer une légère diminution, à mesure que la température s'élève; conformément à ce qui a été observé pour la neutralisation de la potasse par l'acide chlorhydrique (¹).

» D'autre part :

Qn anhydre + HCl étendu = Qn, HCl dissous, à 11°, dégage. $+9^{\text{Cal}},9$

» Ce nombre n'a pas été obtenu directement; mais il se déduit des expériences suivantes :

Qn, HCl (séché à 110°) anhydre (1 partie dissoute dans 300 parties d'eau) à 11°..	$-1^{\text{Cal}},95$
Le même, dissous dans 3HCl étendu, à 12°................	$+4^{\text{Cal}},31$

(¹) THERMOCHIMIE : *Données et lois numériques*, t. II, p. 180.

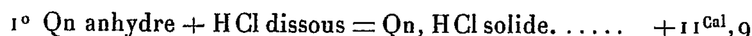
» On a dès lors pour le sel dissous préalablement dans l'eau : $+4^{Cal},31 + 1^{Cal},95 = +6^{Cal},26$.

» D'où résulte pour la combinaison du premier équivalent HCl : $16^{Cal},2 - 6^{Cal},3 = +9^{Cal},9$;

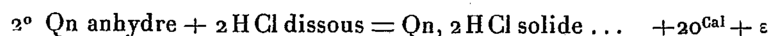
» Et pour la combinaison du deuxième HCl : $+6^{Cal},3$.

» Les deux équivalents successifs dégagent des quantités de chaleur inégales ; c'est-à-dire que les deux valeurs de la quinine répondent à des énergies différentes, conformément aux observations faites par M. Berthelot sur les diamines éthyléniques, et aux faits reconnus par MM. Colson et Darzens sur la formation du sulfate de quinine ([1]).

» *État solide.* — La chaleur de formation des deux chlorhydrates de quinine, dans l'état solide, répond aux valeurs suivantes :


1° Qn anhydre + HCl dissous = Qn, HCl solide..... $+11^{Cal},9$

» Valeur déduite de la chaleur de dissolution : $-1^{Cal},95$.


2° Qn anhydre + 2HCl dissous = Qn, 2HCl solide ... $+20^{Cal} + \varepsilon$

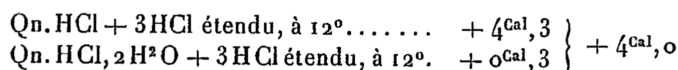
» Valeur déduite de la chaleur de dissolution : $-3^{Cal},85$, trouvée à 9° pour le dichlorhydrate Qn, 2HCl, $\frac{1}{2}H^2O$ séché à 100° ; ε étant la chaleur fixée par l'union de $\frac{1}{2}H^2O$, valeur que l'on peut supposer provisoirement voisine de $+0^{Cal},8$.

» De là résulterait pour les chlorhydrates formés par le gaz chlorhydrique :


Qn anhydre + HCl gaz..... $+29^{Cal},3$ Qn anhydre + 2HCl gaz.... $+55^{Cal},2$

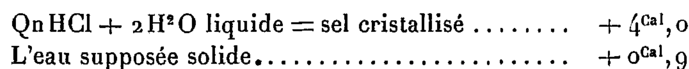
» Si l'on admettait pour la chaleur théorique, nécessaire à la vaporisation d'une molécule de quinine, un chiffre voisin de 10^{Cal}, conformément aux analogies, on trouverait pour le monochlorhydrate un chiffre peu éloigné des 42^{Cal} dégagés par l'union de HCl + $AzHO^3$ gazeux. Ces valeurs répondent, en effet, au caractère alcalin bien prononcé de la première valence de la quinine.

» Voici maintenant, à titre de renseignement, les chaleurs dégagées par la formation de l'*hydrate cristallisé* du premier chlorhydrate :


Qn.HCl + 3HCl étendu, à 12°....... $+4^{Cal},3$
Qn.HCl, $2H^2O$ + 3HCl étendu, à 12°. $+0^{Cal},3$
} $+4^{Cal},0$

([1]) Thermochimie : *Données et lois numériques*, t. II, p. 648.

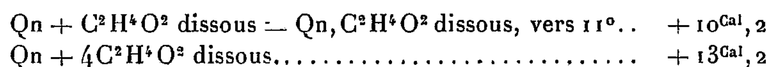
D'où résulte



$QnHCl + 2H^2O$ liquide = sel cristallisé .... $+ 4^{Cal},0$
L'eau supposée solide........................ $+ 0^{Cal},9$

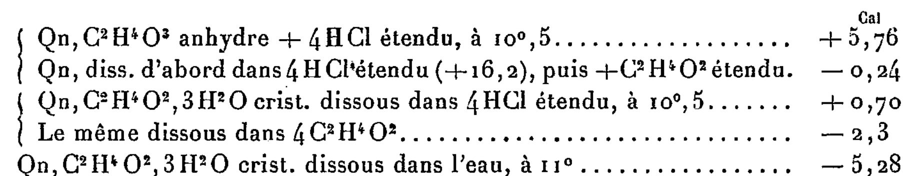
» VII. ACÉTATE DE QUININE : $Qn, C^2H^4O^2$.

» *État dissous :*



$Qn + C^2H^4O^2$ dissous = $Qn, C^2H^4O^2$ dissous, vers 11°.. $+ 10^{Cal},2$
$Qn + 4C^2H^4O^2$ dissous.............................. $+ 13^{Cal},2$

» Ces chiffres étant conclus des données suivantes, observées :

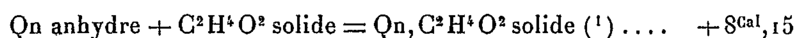


	Cal
{ $Qn, C^2H^4O^2$ anhydre $+ 4HCl$ étendu, à 10°,5..................	$+ 5,76$
{ Qn, diss. d'abord dans $4HCl$ étendu ($+16,2$), puis $+ C^2H^4O^2$ étendu.	$- 0,24$
{ $Qn, C^2H^4O^2, 3H^2O$ crist. dissous dans $4HCl$ étendu, à 10°,5.......	$+ 0,70$
{ Le même dissous dans $4C^2H^4O^2$..............................	$- 2,3$
$Qn, C^2H^4O^2, 3H^2O$ crist. dissous dans l'eau, à 11°................	$- 5,28$

on calcule encore : $Qn + C^2H^4O^2 +$ eau = sel dissous $- 0^{Cal},22$.

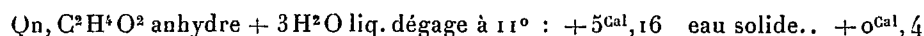
» Il résulte de ces données que l'union du 2e $C^2H^4O^2$ dissous dégagerait environ $3^{Cal},5$.

» *État solide :*



Qn anhydre $+ C^2H^4O^2$ solide = $Qn, C^2H^4O^2$ solide (1) .... $+ 8^{Cal},15$

» *Hydratation :*

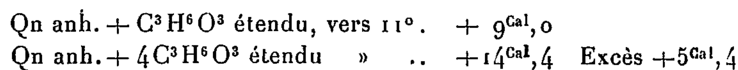


$Qn, C^2H^4O^2$ anhydre $+ 3H^2O$ liq. dégage à 11° : $+ 5^{Cal},16$ eau solide.. $+ 0^{Cal},4$

» La chaleur de neutralisation pour HCl étendu serait à peu près la même que pour $C^2H^4O^2$; dans des limites d'erreur qui peuvent être ici voisines de 1^{Cal}, à cause de la grande dilution des liqueurs rendue nécessaire par la faible solubilité des sels de quinine.

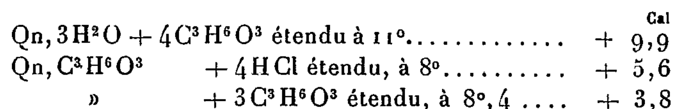
» VIII. LACTATE DE QUININE : $Qn, C^3H^6O^3$.

» *État dissous :*



Qn anh. $+ C^3H^6O^3$ étendu, vers 11°. $+ 9^{Cal},0$
Qn anh. $+ 4C^3H^6O^3$ étendu » .. $+ 14^{Cal},4$ Excès $+ 5^{Cal},4$

» Ces valeurs sont déduites des observations suivantes :



	Cal
$Qn, 3H^2O + 4C^3H^6O^3$ étendu à 11°............	$+ 9,9$
$Qn, C^3H^6O^3$ $+ 4HCl$ étendu, à 8°..........	$+ 5,6$
» $+ 3C^3H^6O^3$ étendu, à 8°,4	$+ 3,8$

(1) Sel séché à froid sur SO^4H^2.

» Nombres de l'ordre de grandeur de ceux observés avec les chlorhydrates et acétates.

» On a encore :

Lactate cristallisé, $Qn, C^3H^6O^3, H^2O$ + eau, dissolution à 10°,6 . — $1^{Cal},83$

» Voici maintenant les résultats relatifs aux acides bibasiques :

» IX. SULFATES DE QUININE : $\frac{1}{2}(Qn^2SO^4H^2)$ et Qn, SO^4H^2.

» *État dissous :*

Qn anh. + SO^4H^2 étendu, à 12°.............. $+18^{Cal},7$
Qn anh. + $2SO^4H^2$ étendu, à 12°............. $+18^{Cal},0$

» Le dernier nombre a été obtenu directement. Le premier est déduit de la différence des valeurs suivantes observées :

$Qn, SO^4H^2, 7H^2O$ + dissolution dans l'eau, à 8°,6....... — $3^{Cal},80$
» » dans SO^4H^2 étendu, à 10°. — $4^{Cal},50$

» La différence — 0,7 est de l'ordre de celle observée dans la réaction de l'acide sulfurique étendu sur les sulfates alcalins neutres; réaction, comme on sait, endothermique.

» Le chiffre + 18,7 correspond à l'action de 2HCl sur la quinine : + 16,2.

» Quant au sel qui répond au monochlorhydrate, soit $\frac{1}{2}(SO^4H^2 + Qn^2)$, il n'a pu être obtenu par nous dans l'état dissous par la réaction ci-dessus.

» *État solide :*

Qn anh. + SO^4H^2 ét. = Sel sol. :	+13,4 env.	SO^4H^2 liq. pur.	+31,3	Sol. +30,4
Qn^2 + SO^4H^2 étendu = »	+20,9	»	+38,8	» +37,9

soit pour

Qn + $\frac{1}{2}SO^4H^2$ » »	+10,4	»	+19,4	» +18,5

» Ces valeurs ont été calculées d'après les chiffres suivants, observés :

	Différence.
$Qn^2SO^4H^2$ anh. + $3SO^4H^2$ étendu, à 12° = sel dissous. $+15^{Cal},1$	
d'autre part	$20^{Cal},9$
Qn^2 + $4SO^4H^2$ étendu, à 12° : + 18,0 × 2 = ... $+36^{Cal},0$ (trouvé)	

» *Hydrates :*

Qn, SO^4H^2, $\frac{1}{2}H^2O$ dissolution, dans l'eau, à 12°	$+4^{Cal},9$	Sel anhydre, env.	$+5^{Cal},6$
Qn, SO^4H^2, $7H^2O$ crist. dissol. dans l'eau, à 8°,6	$+3,8$		
Qn, SO^4H^2, $7H^2O$ crist. + SO^4H^2 étendu, à 10°	$-4,5$		
Qn, SO^4H^2, $\frac{1}{2}H^2O$ crist. + SO^4H^2 étendu, à 12°	$+4,9$		

Donc

Qn$SO^4H^2\frac{1}{2}H^2O + 6\frac{1}{2}H^2O$ liq.	$+9,4$		
Qn$SO^4H^2 + 7H^2O$ liq. calculé	$+10,1$	Eau solide.	$-0^{Cal},8$ env.

D'autre part : $Qn^2SO^4H^2$, $2H^2O$ crist. + $3SO^4H^2$ étendu à 12°,5... $+5^{Cal},3$,

ce qui donne pour la combinaison

$$Qn^2SO^4H^2 \text{ sol.} + 2H^2O \text{ liq.} : +15,1 - 5,3 = 9^{Cal},8.$$

» D'après ces chiffres la formation des deux sulfates normaux dégage :

$Qn^2 + SO^4H^2$ solide = sel solide....	$+37,9$	soit $19,0 \times 2$
$Qn^2 + 2SO^4H^2$ solide = sel solide....	$+60,8$	» $30,4 \times 2$

» X. Oxalates de quinine :
$\frac{1}{2}(Qn^2, C^2H^2O^4)$ sel neutre; Qn, $C^2H^2O^4$ (bioxalate); Qn, $2C^2H^2O^4$ (quadroxalate).

» *État dissous :*

Qn anh. $+3C^2H^2O^4$ dissous, à 11°...... $+16^{Cal},3$ $2C^2H^2O^4$........ $+15,2$

valeur qui doit être fort voisine de la chaleur dégagée par $C^2H^2O^4$, d'après les analogies.

» *État solide :*

Qn + $2C^2H^2O^4$ crist. = sel solide : $+15,2 - 4,6 + 10,4 - \varepsilon$ (¹)....... $+21^{Cal} - \varepsilon$,

» Valeur déduite des données expérimentales :

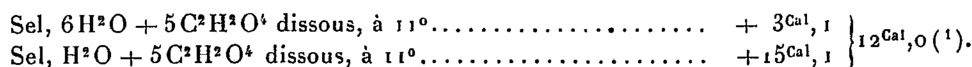
Qn, $C^2H^2O^4\frac{1}{2}H^2O$ sol. + eau	$-10^{Cal},4$
Qn, $C^2H^2O^4\frac{1}{2}H^2O$ sol. + $C^2H^2O^4$	$-9^{Cal},3$
$C^2H^2O^4$ + eau = acide dissous	$-2^{Cal},3$

» *Hydrates :*

Qn^2, $C^2H^2O^4 + 6H^2O$ liq. sel crist.... $+14^{Cal},4$ env. Eau sol.... $+5,05$ env.

(¹) ε répond à $\frac{1}{2}H^2O$ fixée.

chiffre évalué d'après les données expérimentales suivantes :



Sel, $6H^2O + 5C^2H^2O^4$ dissous, à 11° .... $+3^{Cal},1$
Sel, $H^2O + 5C^2H^2O^4$ dissous, à 11° .... $+15^{Cal},1$ } $12^{Cal},0$ (1).

» En résumé :

» 1° Qn solide dégage, en formant des sels dissous :

	Cal		Cal
+ HCl dissous	+ 9,9	+ 2HCl dissons	+16,2
+ $C^2H^4O^2$ dissous	+10,0	+ $2C^2H^4O^2$ dissous	+13,0
+ $C^2H^6O^3$ dissous	+ 9,0	+ $2C^3H^6O^3$ dissous	+14,4
+ $\frac{1}{2}SO^4H^2$ dissous	+10,3	+ SO^4H^2 dissous	+18,7
+	......	+ $C^2H^2O^4$ dissous, env. de ..	15,2

» 2° Qn dégage, en formant des sels solides et anhydres :

	Cal		Ca
+ HCl gaz	+29,3	+ 2HCl gaz	+55,2
+ $C^2H^4O^2$ solide	+ 8,15		
+ $\frac{1}{2}SO^4H^2$ solide	+30,4	+ SO^4H^2 solide	+37,9

» On voit que les sels monoacides ou sels équivalents, *dans l'état dissous*, donnent des chaleurs de neutralisation voisines, en somme, pour les acides ci-dessus; conformément à ce qui arrive en général pour ces mêmes acides, unis aux alcalis et oxydes métalliques.

» Dans l'état dissous, les sels diacides fournissent des valeurs plus considérables : mais elles sont loin d'être doubles des précédentes : ce qui montre que la seconde valence de la quinine n'équivaut pas à la première.

» Il importe d'ajouter que cette conséquence n'est pas subordonnée à l'action du dissolvant, au moins comme signification générale; car elle subsiste dans la comparaison des sels anhydres et indépendamment de toute action de l'eau : ce qui prouve qu'elle ne résulte pas de la dissociation électrolytique, quelle que soit d'ailleurs la théorie relative à ce dernier phénomène.

» *Dans l'état solide*, en comparant les sels anhydres de quinine aux sels minéraux, on reconnaît d'abord que la chaleur de formation du monochlorhydrate peut être rapprochée de celle du chlorhydrate d'ammoniaque; quoique un peu inférieure; la quinine représente donc une base assez énergique.

---

(1) D'où il résulte que la fixation de chaque H^2O peut être évaluée en moyenne à 2,4.

» La formation thermique des sels des oxydes minéraux n'est pas comparable directement à celle des sels quiniques, à cause de l'élimination des éléments de l'eau. Cependant on peut établir cette comparaison jusqu'à un certain point, en évaluant la différence qui existe entre les chaleurs de formation des sulfates et des acétates des mêmes bases, tous ces sels étant rapportés à l'état solide et anhydre bien entendu. On trouve ainsi (¹) :

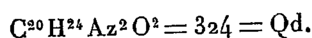
$\frac{1}{2}SO^4K^2 - C^2H^3KO^2$	$41,2 - 21,7 = 19,5$
$\frac{1}{2}SO^4Na^2 - C^2H^3NaO^2$	$35,1 - 17,2 = 17,9$
$\frac{1}{2}(SO^4Qn^2) - C^2H^3QnO^2$	$30,4 - 8,2 = 22,2$

» Tandis que la différence entre les chaleurs de formation des sulfates et acétates des bases terreuses ou métalliques est exprimée par des chiffres beaucoup plus faibles tels que :

$\frac{1}{2}(SO^4Ca - C^4H^6CaO^4)$	$24,6 - 10,6 = 14,0$
$\frac{1}{2}(SO^4Mn - C^4H^6MnO^4)$	$16,4 - 4,0 = 12,4$
$\frac{1}{2}(SO^4Zn - C^4H^6ZnO^4)$	$11,7 - 3,2 = 8,5$
$\frac{1}{2}(SO^4Cu - C^4H^6CuO^4)$	$11,2 - 4,2 = 8,0$
$\frac{1}{2}(SO^4Ag^2) - C^2H^3AgO^2$	$19,3 - 8,0 = 11,3$

» Ces différences caractérisent l'énergie relative des bases dans la formation saline. On voit dès lors que la quinine, au point de vue de son énergie alcaline, est comparable aux alcalis minéraux proprement dits. Elle tendrait à partager les acides avec eux, si son insolubilité n'en déterminait l'élimination au sein des dissolutions ; comme il arrive toutes les fois que le voisinage des chaleurs de formation des sels, résultant soit de l'union d'un même acide avec deux bases différentes, soit de l'union d'une même base avec deux acides différents, donne lieu à des phénomènes d'équilibre nettement accusés.

B. — QUINIDINE.



$C^{20}H^{24}Az^2O^2 = 324 = Qd.$

» La quinidine est un alcali isomérique avec la quinine. Nous en avons déterminé la chaleur de combustion, la chaleur de formation par les éléments, la chaleur de combinaison avec les acides chlorhydrique et sulfurique ; en opérant sur la quinidine anhydre et sur la quinidine récemment

(¹) THERMOCHIMIE : *Données et lois numériques*, t. II, p. 767 et 777.

précipitée. Ces données permettent de faire une comparaison approfondie entre les deux alcalis isomériques.

» Voici les résultats observés :

» 1. *Combustion.* — Pour 1^g : 8212^{cal} (alcali séché à 110°).

» Pour le poids moléculaire : $2660^{Cal},6$ à vol. const. ; 2663^{Cal} à pr. const.

» La quinine a donné $2663^{Cal},7$ à pression constante, c'est-à-dire sensiblement la même valeur.

» 2. *Formation par les éléments* : $+ 51^{Cal},2$.

» La quinine a donné : $+ 50^{Cal},5$.

» Les deux isomères ont donc sensiblement la même chaleur de formation; conformément à une loi générale, découverte par l'un de nous, et vérifiée depuis sur de nombreux exemples, pour les isomères de même fonction chimique.

» 3. *Etats multiples de la quinidine :*

Qd anhydre + 4 HCl étendu, à 12°, dégage.......... $15^{Cal},95$.

» On ajoute à la liqueur 4 KOH étendue, ce qui précipite l'alcaloïde; puis on le redissout, toujours sans le changer de calorimètre, par 4 HCl : ce qui a dégagé : $+ 13^{Cal},3$. Différence : $+ 2^{Cal},6$.

» De même avec $2\,SO^4H^2$ étendu, à 12° $+ 17^{Cal},5$ et par redissolution : $+ 15^{Cal},3$. Différence : $2^{Cal},2$.

» Cette différence ne s'établit pas instantanément; une redissolution par $2\,SO^4H^2$ opérée dans le plus bref délai ayant donné $16^{Cal},7$, au lieu de $15^{Cal},3$.

» Les variations observées dans la constitution de l'alcali précipité sont semblables à celles que nous avons reconnues pour la quinine.

» 4. *Chaleurs de neutralisation.* — Les quantités de chaleur dégagées par la dissolution de la quinidine anhydre dans les acides ont, d'après ce qui précède, les valeurs suivantes :

Qd + 4 HCl étendu, à 12°... $+ 15^{Cal},95$ Qd + $2\,SO^4H^2$ étendu, à 12°... $+ 17^{Cal},5$

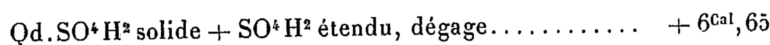
» Ces valeurs sont sensiblement les mêmes que pour la quinine : soit $+ 16^{Cal},2$ avec 4 HCl, et $+ 18^{Cal},0$ avec $2\,SO^4H^2$.

» Les deux isomères ont donc sensiblement les mêmes chaleurs de combinaison avec les acides, dans l'état de dissolution. Dans l'état solide, nous avons exécuté les mesures pour l'un des sulfates de quinidine

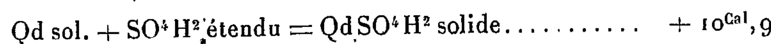
Qd anh. + SO^4H^2 crist. = Qd.SO^4H^2 solide.......... $+ 27^{Cal},9$

valeur qui s'écarte peu du chiffre $30^{Cal},4$, observé avec la quinine.

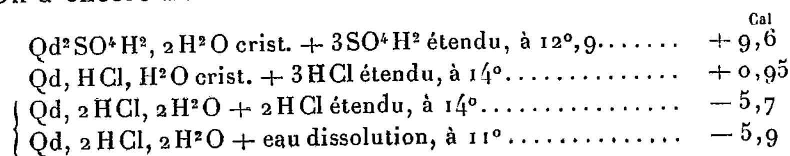
» La valeur qui précède est calculée d'après les observations que voici :


Qd.SO^4H^2 solide + SO^4H^2 étendu, dégage .... $+6^{Cal},65$

D'où résulte


Qd sol. + SO^4H^2 étendu = QdSO^4H^2 solide .... $+10^{Cal},9$

» On a encore trouvé



	Cal
$Qd^2SO^4H^2, 2H^2O$ crist. + $3SO^4H^2$ étendu, à 12°,9	+9,6
Qd, HCl, H^2O crist. + 3HCl étendu, à 14°	+0,95
Qd, 2HCl, $2H^2O$ + 2HCl étendu, à 14°	−5,7
Qd, 2HCl, $2H^2O$ + eau dissolution, à 11°	−5,9

Les deux dernières valeurs sont sensiblement identiques; ce qui montre que la saturation n'exige pas plus de 2HCl.

» Il résulte de ces observations que les deux alcalis isomères, quinine et quinidine, ont la même fonction, les mêmes chaleurs de formation et les mêmes chaleurs de neutralisation. »

MÉCANIQUE. — *Sur quelques formules de Cinématique utiles dans la théorie générale de l'Élasticité.* Note de M. **P. Duhem**.

« Considérons, en un milieu continu, un *état initial* et un *état actuel;* le point matériel, dont les coordonnées étaient a, b, c dans l'état initial, a pour coordonnées x, y, z dans l'état actuel. Posons

$$x = a + \xi, \qquad y = b + \eta, \qquad z = c + \zeta,$$

où ξ, η, ζ peuvent s'exprimer en fonctions soit de a, b, c soit de x, y, z.

» La déformation que subit le corps pour passer de l'état initial à l'état actuel peut se définir de diverses manières. Elle est entièrement déterminée, comme l'on sait [1], par six fonctions ε_1, ε_2, ε_3, γ_1, γ_2, γ_3 des dérivées partielles des ξ, η, ζ par rapport aux a, b, c.

» On peut toujours passer de l'état initial à l'état actuel, en prenant en chaque point le trièdre trirectangle des *axes principaux de dilatation,* que

---

(1) La définition et les propriétés de ces six fonctions sont complètement exposées dans E. et F. Cosserat, *Sur la théorie de l'Élasticité* (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1re série, t. X, 1896).

désigneront les indices 1, 2, 3 et dont les cosinus directeurs sont donnés par le Tableau

(1)

	x.	y.	z.
1.	$\mathfrak{X}_1$	$\mathfrak{Y}_1$	$\mathfrak{Z}_1$
2.	$\mathfrak{X}_2$	$\mathfrak{Y}_2$	$\mathfrak{Z}_2$
3.	$\mathfrak{X}_3$	$\mathfrak{Y}_3$	$\mathfrak{Z}_3$

et en réduisant respectivement dans les rapports $\frac{1}{\sigma_1}$, $\frac{1}{\sigma_2}$, $\frac{1}{\sigma_3}$ les coordonnées, rapportées à ce trièdre trirectangle, de chaque point matériel infiniment voisin du premier; la détermination de σ_1, σ_2, σ_3 et des neuf cosinus (1) dépend des ε_i, γ_i, par la résolution d'une équation du troisième degré de forme bien connue.

» Imaginons qu'*on impose à l'état actuel une variation infiniment petite;* la nouvelle déformation infiniment petite subie par le milieu est définie par les quantités $\delta\varepsilon_i$, $\delta\gamma_i$; elle peut aussi être définie, relativement aux axes Ox, Oy, Oz, par trois dilatations infiniment petites D_1, D_2, D_3 et trois glissements infiniment petits G_1, G_2, G_3, donnés par les formules

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{D(x,y,z)}{D(a,b,c)} D_1 = \dfrac{D(y,z)}{D(b,c)} \dfrac{\partial\,\delta\xi}{\partial a} + \dfrac{D(y,z)}{D(c,a)} \dfrac{\partial\,\delta\xi}{\delta b} + \dfrac{D(y,z)}{D(a,b)} \dfrac{\partial\,\delta\xi}{\partial c}, & \ldots, \\ 2\dfrac{D(x,y,z)}{D(a,b,c)} G_1 = \dfrac{D(z,x)}{D(b,c)} \dfrac{\partial\,\delta\zeta}{\partial a} + \dfrac{D(z,x)}{D(c,a)} \dfrac{\partial\,\delta\zeta}{\partial b} + \dfrac{D(z,x)}{D(a,b)} \dfrac{\partial\,\delta\zeta}{\partial c} & \\ \qquad + \dfrac{D(x,y)}{D(b,c)} \dfrac{\partial\,\delta\eta}{\partial a} + \dfrac{D(x,y)}{D(c,a)} \dfrac{\partial\,\delta\eta}{\partial b} + \dfrac{D(x,y)}{D(a,b)} \dfrac{\partial\,\delta\eta}{\partial c}, & \ldots, \end{cases}$$

où il est fait usage de la notation des déterminants fonctionnels.

» Au lieu de rapporter ces trois dilatations et ces trois glissements aux axes invariables Ox, Oy, Oz, on peut les rapporter à un trièdre variable d'un point à l'autre et coïncidant avec le trièdre 1, 2, 3 des axes principaux de dilatation de la déformation finie. On aura alors, en chaque point, trois dilatations infiniment petites Δ_1, Δ_2, Δ_3 et trois glissements infiniment petits Γ_1, Γ_2, Γ_3 donnés par les formules

$$(3)\quad \begin{cases} \Delta_1 = D_1\mathfrak{X}_1^2 + D_2\mathfrak{Y}_1^2 + D_3\mathfrak{Z}_1^2 & \\ \qquad + 2G_1\mathfrak{Y}_1\mathfrak{Z}_1 + 2G_2\mathfrak{Z}_1\mathfrak{X}_1 + 2G_3\mathfrak{X}_1\mathfrak{Y}_1, & \ldots, \\ \Gamma_1 = \mathfrak{X}_2\mathfrak{X}_3 D_1 + \mathfrak{Y}_2\mathfrak{Y}_3 D_2 + \mathfrak{Z}_2\mathfrak{Z}_3 D_3 & \\ \qquad + (\mathfrak{Z}_2\mathfrak{Y}_3 + \mathfrak{Y}_2\mathfrak{Z}_3)G_1 + (\mathfrak{X}_2\mathfrak{Z}_3 + \mathfrak{Z}_2\mathfrak{X}_3)G_2 & \\ \qquad + (\mathfrak{Y}_2\mathfrak{X}_3 + \mathfrak{X}_2\mathfrak{Y}_3)G_3, & \ldots. \end{cases}$$

Les six quantités Δ_1, Δ_2, Δ_3, Γ_1, Γ_2, Γ_3 sont des fonctions déterminées de a, b, c (ou de x, y, z) lorsque l'on connaît, en fonctions des mêmes variables, les six quantités ξ, η, ζ, $\delta\xi$, $\delta\eta$, $\delta\zeta$.

» Ces six expressions Δ_1, Δ_2, Δ_3, Γ_1, Γ_2, Γ_3 jouent un rôle essentiel dans la théorie de l'équilibre et du mouvement des milieux élastiques affectés de déformations finies; nous aurons l'honneur de citer à l'Académie quelques exemples à l'appui de cette assertion. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire d'Anatomie comparée au Muséum d'Histoire naturelle, vacante par le décès de M. *Filhol.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat,

M. Edmond Perrier obtient . . . . 47 suffrages

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

M. Henri-Paul Gervais obtient. . . . . . 38 suffrages

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne . . . . . M. **Edmond Perrier.**
En seconde ligne . . . . . M. **Henri-Paul Gervais.**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la place de Directeur de l'Observatoire de Besançon, vacante par le décès de M. *Gruey.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 45,

M. Lebeuf	obtient	28 suffrages
M. Jean Mascart	»	10 »
M. Féraud	»	6 »
M. Simonin	»	1 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 46,

M. Féraud	obtient	35	suffrages
M. Jean Mascart	»	10	»

Il y a un bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne . . . . M. **Lebeuf.**
En seconde ligne. . . . . M. **Féraud.**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres, qui devront faire partie de la Commission du *prix Osiris*.

MM. **Maurice Lévy**, **Bornet** réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

ANTHROPOLOGIE. — *Les parois gravées et peintes de la grotte de La Mouthe, formant de véritables panneaux décoratifs.* Note de M. **Émile Rivière.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de mes dernières campagnes dans la grotte de La Mouthe (Dordogne).

» L'antiquité des nombreuses gravures et des quelques peintures des parois de cette grotte a été de nouveau confirmée par les anthropologistes du Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, qui, à l'issue de la session de Montauban, se sont rendus aux Eyzies. Ces savants qui, sur ma demande, ont bien voulu visiter cette grotte et en étudier les dessins, ont reconnu *à l'unanimité* qu'ils remontent bien aux temps quaternaires, géologiquement parlant, et à l'époque *magdalénienne*. Ils sont bien contemporains du *Tarandus rangifer*, de l'*Ursus spelæus*, dont j'ai recueilli de très nombreux débris, ainsi que de l'*Hyæna spelæa* dont l'existence à la même époque est absolument démontrée, de même que ses incursions dans la grotte, par de nombreux coprolithes. J'ajoute que des traits gravés, dont la fraîcheur m'avait laissé un peu hésitant, ont été reconnus aussi anciens que les autres, la même argile les recouvrant, ainsi

que son extraction, en présence de membres dudit Congrès, l'a prouvé également.

» Tandis que jusqu'à présent je n'avais pris, par estampage, ou calque, qu'un certain nombre de dessins, j'ai pu, dans mes dernières campagnes, dégager entièrement les parois de plusieurs salles, telles notamment que celles du grand Équidé, du Bison, de la Hutte et celle des animaux tachetés ([1]). J'ai pu, par suite, relever de nouvelles gravures avec la collaboration de M. Georges Courty, préparateur au Muséum, qui a bien voulu m'aider dans ce travail. Il m'est ainsi possible de présenter aujourd'hui, pour la première fois, la reproduction de ces parois, dont les dessins constituent par leur ensemble de véritables panneaux décoratifs des plus curieux.

» Le premier panneau est celui de la salle du Bison, située à 97^{m} de l'entrée de la grotte. La longueur de la muraille est de $5^{m},02$; la partie décorée mesure $3^{m},53$ de longueur sur $1^{m},75$ de hauteur. Les animaux représentés sont au nombre de six. Ce sont, de gauche à droite et en bas, deux animaux enchevêtrés, comme on le voit fréquemment sur les os gravés de la même époque. L'un d'eux est informe, mais ses membres postérieurs, les seuls dessinés, semblent ceux d'un Équidé ou d'un Ruminant; l'autre, d'un dessin plus accusé, avec ses cornes nettement gravées, paraît être un Bovidé. Le flanc droit est strié de quelques traits entrecroisés.

» La gravure de ces deux animaux mesure $0^{m},90$ environ. Elle est surmontée de traits figurant le train de derrière très bien dessiné d'un animal, impossible néanmoins à déterminer. Par contre on aperçoit, en avant des deux bêtes enchevêtrées, un Bison remarquablement figuré avec sa bosse énorme, exagérée, sa tête petite et ses cornes bien accusées. Quant aux deux autres gravures de cette même paroi, la plus éloignée est celle d'un animal dépourvu de tête, ou, si celle-ci existe, le dessin en est si fruste que je n'ai pu la distinguer, quelque soin que j'aie mis à la découvrir. L'animal qui le précède présente quelque ressemblance avec celle d'un Félin. Enfin, sur ce même panneau, on remarque encore quelques traits çà et là gravés, ainsi qu'un frontal de Ruminant avec ses deux cornes incurvées.

» Le second panneau de La Mouthe est situé à 16^{m} du premier, soit à 113^{m} de l'entrée; il présente d'abord un Renne (certainement, de tous les dessins découverts jusqu'à présent, le mieux réussi); la tête, d'un très joli dessin, est toute striée de traits simulant des poils, elle est surmontée d'un bois, avec andouiller à la base, dirigé horizontalement d'arrière en avant. Les contours du museau sont bien accusés, mais le corps est un peu court. Du reste, il est à remarquer que, même sur les animaux les mieux dessinés, les proportions ne sont jamais observées : tel animal a la tête trop petite, tel autre le corps trop volumineux ou trop court, tel autre encore les membres trop grêles; néanmoins la représentation de ces animaux est assez fidèle pour qu'on ait la certitude que les artistes qui les ont dessinés les ont eus sous les yeux. Cette

---

([1]) Ainsi dénommées en raison du principal dessin qui les décore.

conclusion est des plus importantes, car elle confirme, une fois de plus, l'antiquité de ces gravures.

» Les autres dessins de ce même panneau représentent : un Bouquetin, dans l'attitude de la course; un Mammouth, dépourvu de trompe et de défenses, mais aux longs poils tombants; une tête de Bovidé; une sorte de cabane ou de hutte, l'unique représentation — jusqu'à présent — d'une habitation de l'homme. Elle est vue de trois quarts. Le dessin en est à la fois gravé et strié et de plus colorié en brun plus ou moins foncé, parfois même noir. L'extrémité antérieure du toit est précédée de trois chevrons aussi coloriés en rouge brun; enfin on aperçoit à l'extrémité de ce panneau, long de 5^m à 6^m, une sorte de Ruminant à la tête fine pourvue de ses oreilles mais sans bois ou cornes; la partie antérieure du tronc est sillonnée de nombreuses stries verticales. Derrière cet animal sont les traits, *en apparence* fraîchement gravés, que j'ai mis à découvert sous l'argile en présence de savants du Congrès de Montauban.

» Quant au troisième panneau, il commence à environ 130^m et s'étend sur une longueur de 8^m. Les dessins sont, de droite à gauche, ceux d'un Ruminant la tête baissée vers le sol comme s'il broutait; au-dessus et en avant, un Equidé, peut-être un Hémione à la course, à la tête fine, au corps, par contre, disproportionné; derrière cet Equidé, un Mammouth (le second, gravé sur les parois de la grotte); cette fois on distingue bien la trompe et les défenses recourbées. L'animal est surmonté d'un Equidé barbu. A peu près au même niveau, une tête, à la crinière hérissée, aux oreilles droites, qui paraît être encore celle d'un autre Équidé. Enfin, à $0^m,80$ du Mammouth, deux animaux se font suite, tous deux dans l'attitude du repos : Le premier, peut-être une Antilope, les pattes antérieures projetées en avant comme raidies, la tête est renversée en arrière. Le corps est très bien dessiné, et les pattes de derrière sont non seulement gravées, mais encore coloriées en brun presque noir, notamment au niveau des articulations et des sabots. La queue, très courte, est relevée et formée par une touffe de poids. Enfin, ce qui appelle surtout l'attention, c'est une série de taches noirâtres aussi, s'étendant, au nombre de onze, sur une seule ligne et à des intervalles à peu près égaux sur les flancs et le tronc. J'ajoute que le ventre, très proéminent, semble être celui d'une femelle pleine; il est strié de nombreux traits horizontaux. Quant au second animal, tacheté comme le précédent de quinze marques également sur une même ligne, il ne mesure pas moins de $1^m,27$ de longueur sur $1^m,08$ de hauteur.

» Tels sont les trois panneaux de la grotte de La Mouthe, que je désirais présenter aujourd'hui à l'Académie. J'ai estampé encore d'autres animaux dans ma dernière campagne; mais le travail de décalque n'est pas assez avancé pour pouvoir le soumettre, en ce moment, à son examen. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une matière colorante des figures de la grotte de La Mouthe.* Note de M. **Henri Moissan.**

« M. Rivière, qui poursuit depuis longtemps des recherches anthropologiques au moyen des matériaux recueillis dans la grotte de La Mouthe, a

bien voulu nous remettre un échantillon d'une matière colorante noire provenant d'un dessin gravé sur la paroi de cette grotte et remontant à l'époque magdalénienne.

» Ce dessin, assez grossier, représentait un ruminant portant des taches noires. Ces dernières étaient formées par des stries sur lesquelles la couleur a été étendue. Il se trouvait à une distance de l'entrée d'environ 130m.

» Cette matière colorante, examinée au microscope, est formée d'une poudre à grains très irréguliers, mélangés de petits fragments brillants et transparents. Ces derniers sont formés de parcelles de silice et de parcelles de carbonate de chaux. La poudre noire est irrégulière, elle a été obtenue par contusion; elle est entièrement formée d'oxyde de manganèse. Cette matière colorante est donc analogue, par sa nature, avec celle de la grotte de Font de Gaume, sur laquelle MM. Capitan et Breuil (¹) ont déjà appelé l'attention des savants. Seulement, elle a été préparée avec beaucoup moins de soins.

» Nous ajouterons que M. Rivière nous a présenté, en même temps, des surfaces calcaires dont certaines parties, sous l'action des eaux, ont été recouvertes d'un dépôt irrégulier de sesquioxyde de fer hydraté, et dont l'aspect était complètement différent de celui des couleurs fixées par la main de l'homme sur une fresque primitive.

» De même une dent de rhinocéros qui nous a été remise par M. Rivière était recouverte d'un enduit noir brillant, très peu épais, ayant l'aspect de la plombagine et n'ayant pas la matité de la couleur noire décrite précédemment. Cette couche noire superficielle était formée d'oxyde de manganèse. La formation de cet enduit doit être attribuée à un dépôt d'oxyde de manganèse sous l'action d'une eau contenant une petite quantité de ce métal en solution, dépôt peroxydé ensuite par l'oxygène de l'air. Nous devons rappeler, à ce sujet, la remarque faite par Boussingault à propos de galets noirs rencontrés sur la côte de la Guayra au Venezuela (²). On sait qu'il en est de même pour certains granites de l'Orénoque, pour des syénites des bords de la mer Rouge et pour quelques roches cristallines du Congo. Ce phénomène est identique à celui indiqué par Lord George Campbell à propos de dents de poisson fossiles trouvées au fond des mers,

---

(¹) Capitan et Breuil, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1536, et H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1539.

(²) Boussingault, *Sur l'apparition du manganèse à la surface des roches* (*Ann. de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXVII, 1882, p. 289).

auprès des Açores et des Philippines, dans l'expédition du *Challenger* [1].

» Ce vernis noir ne saurait être confondu avec la matière colorante formant les taches du ruminant de la grotte de La Mouthe. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour une place de Membre titulaire au Bureau des Longitudes, vacante par suite du décès de M. *Faye*.

(Renvoi à une Commission composée de la Section d'Astronomie, de la Section de Géométrie, de la Section de Géographie et Navigation, et du Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques).

M. **Gréhant**, M. **Tannery** prient l'Académie de les comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, devenue vacante par le décès de M. *Damour*.

M. **Duchaussoy** adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *Louis Couturat*, intitulé : « Opuscules et fragments inédits de Leibniz, extraits des manuscrits de la Bibliothèque royale de Hanovre ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réductibilité des équations différentielles.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Jordan.

« Je crois qu'il serait sans intérêt de discuter les appréciations émises au sujet de mes Notes précédentes, j'y renonce donc volontiers.

» Toutefois, la dernière Note de M. Painlevé me paraît créer, dans une question d'Analyse, dont l'importance est certaine, un malentendu qu'il est

---

(1) Voir aussi Gümbel, *Jahrb. für Mineral.*, 1878.

utile d'éclaircir; je pense y reconnaître aussi la véritable cause du désaccord qui subsiste entre M. Painlevé et moi.

» Dans ma Note du 1er septembre dernier, j'avais, à propos d'une équation différentielle du second ordre, montré comment, à un certain point de vue, son étude peut être rattachée à la construction d'un système, S, d'équations aux dérivées partielles, linéaires. J'avais conclu par une proposition dont M. Painlevé a donné, dans sa Note du 8 septembre, un énoncé précis et, sans qu'il s'en fût aperçu, rigoureusement conforme au mien.

» Afin d'en établir l'évidence immédiate, M. Painlevé remplace, dans sa dernière Note, cet énoncé par un autre et ce dernier traduit bien, en effet, une proposition intuitive; mais elle est aussi *toute différente de la première*, comme il est aisé de s'en convaincre.

» J'adopte les notations mêmes de cette Note : chacun des systèmes linéaires S, dont j'ai parlé, aurait pour solution générale une expression de cette espèce,

$$w = (a_1 u_1 + a_2 u_2 + a_3 u_3 + a_4 u_4) f, \tag{1}$$

$a_1, \ldots, a_4$ étant des constantes, f une fonction arbitraire des variables et $u_1, \ldots, u_4$ des intégrales de l'équation différentielle dont il s'agit : « Tous les systèmes S, dit M. Painlevé, peuvent s'obtenir de cette manière. »

» Il est d'ailleurs permis de supposer qu'une solution de ces systèmes est l'unité, et cette hypothèse, que j'ai faite, s'exprime, si l'on veut, par l'équation

$$u_4 f = 1,$$

d'après laquelle les trois solutions, non constantes, du système S, désignées dans ma dernière Note par z_1, z_2, z_3, seraient simplement les quotients de trois intégrales par une quatrième, c'est-à-dire encore des intégrales.

» Leur jacobien devrait alors s'évanouir. Or cela est impossible, puisque, pour définir les solutions z_i des systèmes linéaires que j'ai considérés, je leur ai précisément imposé la condition d'avoir pour jacobien l'unité.

» Au reste, on pouvait, pour ce jacobien, choisir une fonction donnée quelconque; un pareil choix ne joue aucun rôle dans la question et les équations définitives du problème n'en dépendent pas, pourvu que la valeur choisie ne soit pas nulle.

» Ainsi, les systèmes S, auxquels j'ai rattaché l'étude proposée, *n'ont pas, tous,* leurs solutions de la forme (1). J'avais cru pouvoir avancer, dans

ma dernière Note, qu'en cherchant à substituer une prétendue évidence à l'analyse dont j'ai fait usage, on s'exposerait à des restrictions importantes; on en voit ici un exemple.

» En fait, les trois inconnues z_i, que j'ai introduites, ne sont ni confondues avec des intégrales de l'équation proposée, ni réductibles à celles-ci par un artifice simple. C'est pourquoi je persiste à penser qu'elles échappent dès le principe à l'analyse de M. Painlevé et peuvent donner lieu à une réductibilité entièrement distincte de celle qu'il a étudiée au moyen du théorème de M. Drach.

» Il est même extrêmement vraisemblable qu'il y a d'autres manières encore de concevoir la réductibilité des équations différentielles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions universelles du plan et des surfaces de Riemann*. Note de M. **A. Korn**, présentée par M. Émile Picard.

« Par analogie avec la définition des fonctions universelles dans l'espace que nous avons étudiées dans une Communication récente, nous appellerons dans le plan *fonction universelle* correspondant à un ou plusieurs contours σ, qui partagent le plan en un domaine intérieur et un domaine extérieur, toute fonction Φ_j continue avec ses premières dérivées dans tout le plan, s'annulant à l'infini et satisfaisant aux équations :

$$(1)\quad \begin{cases} \Delta\Phi_j = 0, & \text{à l'extérieur de } \sigma, \\ \Delta\Phi_j + k_j^2\Phi_j = 0, & \text{à l'intérieur de } \sigma, \\ \displaystyle\int_{i+e}\left[\left(\frac{\partial\Phi_j}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Phi_j}{\partial y}\right)^2\right] d\omega = 1, & \\ \displaystyle\int_i \Phi_j\, d\omega = 0; & \end{cases}$$

k_j^2 s'appellera *le nombre correspondant à la fonction universelle* Φ_j.

» Nous supposerons σ de courbure continue; en désignant par f une fonction quelconque continue avec ses premières dérivées à l'intérieur de σ, satisfaisant à la condition

$$\int_i f\, d\omega = 0,$$

et, en partant du problème

$$\begin{aligned} \Delta U &= 0, && \text{à l'extérieur de } \sigma, \\ \Delta U + k^2 U &= f, && \text{à l'intérieur de } \sigma, \\ \int_i U\, d\omega &= 0 && \end{aligned}$$

(U continue avec ses premières dérivées dans tout le plan et s'annulant à l'infini), on peut démontrer l'existence d'un nombre infini de fonctions universelles

$$\Phi_1, \quad \Phi_2, \quad \Phi_3, \quad \ldots$$

avec des nombres correspondants.

$$(0 <) k_1^2 < k_2^2 < k_3^2 < \ldots,$$

et l'on peut démontrer que le potentiel logarithmique $\int_i f \log \frac{1}{r} d\omega$ peut être développé en série de fonctions universelles :

$$\int_i f \log \frac{1}{r} d\omega = C_1 \Phi_1 + C_2 \Phi_2 + C_3 \Phi_3 + \ldots, \tag{2}$$

où

$$C_j = \int_i f \Phi_j \, d\omega \qquad (j = 1, 2, 3, \ldots). \tag{3}$$

» Comme ces résultats peuvent être étendus au cas plus général où l'on remplace la seconde équation (1) par la suivante :

$$\Delta\Phi_j + k_j^2 \varphi^2 \Phi_j = 0, \qquad \text{à l'intérieur de } \sigma,$$

et, en supposant φ^2 continue avec ses premières dérivées à l'intérieur de σ et $\neq 0$, et comme par une représentation conforme :

$$\xi = F(z),$$
$$\zeta = \xi + i\eta, \qquad z = x + iy$$

deux équations de la forme

$$\Delta\Phi_j = 0, \qquad \Delta\Phi_j + k_j^2 \varphi^2 \Phi_j = 0$$

se changent en équations de la même forme

$$\Delta\Phi_j = 0, \qquad \Delta\Phi_j + k_j^2 \psi^2 \Phi_j = 0,$$

on peut généraliser la notion des fonctions universelles, les théorèmes d'existence et les développements en séries de fonctions universelles pour les surfaces de Riemann.

» Les fonctions universelles correspondant à un cercle de rayon R sont (nous posons de nouveau $\varphi^2 = 1$) :

$$\begin{cases} \Phi_j = \dfrac{a_j \cos j\varphi + b_j \sin j\varphi}{r^j}, & \text{à l'extérieur,} \\ \Phi_j = \dfrac{I_j(k_j r)}{R^j I_j(k_j R)} (a_j \cos j\varphi + b_j \sin j\varphi), & \text{à l'intérieur,} \end{cases} \tag{4}$$

a_j, b_j étant des constantes arbitraires, k_j une racine de l'équation

$$J_{j-1}(kR) = 0, \tag{5}$$

en posant

$$J_j(x) = \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} (-1)^\lambda \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^{n+2\lambda}}{\Pi(\lambda)\Pi(n+\lambda)} \qquad (j = 0, 1, 2, \ldots). \tag{6}$$

Si σ se compose de n cercles σ_k de rayon R, dont les distances ρ_{ik} sont assez grandes en comparaison avec R, on pourra de nouveau suivre une méthode analogue à celle de Murphy. A chaque racine k_j des équations (5) correspond un nombre fini de fonctions universelles Φ_j avec des nombres K_j que l'on peut développer en séries dont chaque terme est de l'ordre $\frac{R}{\rho_{ik}}$ comparé avec le terme précédent, et dont les premiers termes sont donnés en (7) et (8) :

$$K_j = k_j + k_{j1} + \ldots, \tag{7}$$

$$\left\{\begin{aligned} \Phi_j &= \frac{a_j^k \cos j\varphi_k + b_j^k \sin j\varphi_k}{r_k^j} + \ldots, && \text{à l'extérieur de } \sigma_k, \text{ près de } \sigma_k, \\ \Phi_j &= \frac{J_j(k_j r_k)}{R^j J_j(k_j R)} (a_j^k \cos j\varphi_k + b_j^k \sin j\varphi_k) + \ldots, && \text{à l'intérieur de } \sigma_k. \end{aligned}\right. \tag{8}$$

» Ici les $a_j^k, b_j^k (k = 1, 2, \ldots, n)$ ne sont pas arbitraires, comme a_j, b_j dans les équations (4), mais ils doivent, avec k_{j1}, satisfaire à un système d'équations linéaires :

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{k_j}{R^{j-2}} \frac{J'_{j-1}(k_j R)}{J_j(k_j R)} k_{j1} (a_j^k \cos j\varphi_k + b_j^k \sin j\varphi_k) \\ &\quad = -2j \sum_i \left(\frac{a_j^i \cos j\varphi_i + b_j^i \sin j\varphi_i}{r_i^j}\right)_j^k \qquad (k = 1, 2, \ldots, n), \end{aligned}\right. \tag{9}$$

où nous désignons par $\left[\frac{a_j^i \cos j\varphi_i + b_j^i \sin j\varphi_i}{r_i^j}\right]_j^k$ la fonction d'ordre j dans le développement de $\frac{a_j^i \cos j\varphi_i + b_j^i \sin j\varphi_i}{r_i^j}$ en série trigonométrique de l'argument φ_k sur le cercle σ_k, et en étendant la somme $\sum_i$ sur tous les cercles, excepté σ_k.

» Ces équations (9) donnent les a_j^k, b_j^k à un facteur constant près, qui reste arbitraire, et k_{j1} comme racine d'une équation algébrique.

» A part des fonctions φ_j calculées ainsi en supposant qu'aucun $(a_j^k)^2+(b_j^k)^2$ n'est nul, il peut y avoir encore des fonctions φ_j correspondant aux cas où une ou plusieurs de ces constantes soient nulles; dans ces cas on calculera les premiers termes des séries (7) et (8) tout à fait de la même manière, mais comme si les cercles auxquels correspondent des $(a_j^k)^2+(b_j^k)^2=0$ n'existaient pas. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces qui se correspondent avec parallélisme des plans tangents et conservation des aires.* Note de M. C. GUICHARD.

« Les plans tangents correspondants étant parallèles, la conservation des aires revient à celle de la courbure totale.

» Soient alors M et M' les points correspondants de deux surfaces, dont les plans tangents en M et M' sont parallèles. Il existera, *en général*, sur la surface M, deux directions MS, MT qui sont parallèles respectivement aux directions M'S', M'T' qui leur correspondent sur M'.

» Je prends, comme paramètres u et v, les paramètres des courbes tangentes aux droites MS, MT. Les courbes coordonnées forment alors sur les surfaces M et M' des réseaux conjugués parallèles. Le milieu N de MM' décrit un réseau parallèle aux précédents (Ribeaucour).

» La droite MM' décrit une congruence rapportée à ses développables; soient F et F' les foyers de cette congruence.

» Si u varie seul, la droite MM' touche une courbe en F; les points M et M' décrivent des courbes qui ont pour tangentes MS et M'S'; ces tangentes étant parallèles, le rapport des arcs infiniment petits décrits par M et M' est égal à $\frac{\mathrm{FM}}{\mathrm{FM'}}$; le rapport des rayons de courbure de ces courbes a la même valeur. Si l'on remarque maintenant que les normales principales à ces courbes sont parallèles, qu'il en est de même des normales aux surfaces (M) et (M'), on conclura, par l'application du théorème de Meusnier, que le rapport des rayons de courbure normale des courbes décrites par M et M' est égal à

$$\frac{\mathrm{FM}}{\mathrm{FM'}}.$$

» De même si v varie seul, le rapport des rayons de courbure normale des courbes décrites par M et M' est égal à

$$\frac{\mathrm{F'M}}{\mathrm{F'M'}}.$$

Il en résulte que, si R_1 et R_2 sont les rayons de courbure normale des courbes coordonnées en M; R'_1 et R'_2 ceux de ces courbes en M', on a

$$\frac{R_1 \times R_2}{R'_1 \times R'_2} = \frac{FM \times F'M}{FM' \times F'M'}.$$

» Mais l'angle des courbes conjuguées en M et M' étant le même, les produits $R_1 R_2$ et $R'_1 R'_2$ ne diffèrent que par un même facteur du produit des rayons de courbure principaux en M et M'. On a donc

$$(1) \qquad \frac{\text{Courbure totale en M}}{\text{Courbure totale en M}'} = \frac{FM' \times F'M'}{FM \times F'M}.$$

Il en résulte que, si les surfaces M et M' ont la même courbure totale en M et en M', le milieu N de MM' sera aussi le milieu de FF'; par conséquent la congruence décrite par MM' est une congruence de Ribaucour; donc :

» *Si deux surfaces se correspondent avec parallélisme des plans tangents et conservation des aires, la droite qui joint les points correspondants décrit une congruence de Ribaucour; le lieu des milieux du segment formé par les points correspondants décrit la surface moyenne de cette congruence.*

» Réciproquement, soit G une congruence de Ribaucour, N sa surface moyenne; on sait qu'il existe un point P décrivant un réseau ponctuel à invariants égaux parallèle au réseau N et que la droite G est parallèle à la droite qui joint le point P à un point fixe O. Si l'on porte sur la droite G, à partir du point N, des longueurs NM, NM' égales à $K \times OP$, K étant une constante; les points M et M' décriront des réseaux parallèles au réseau N. La formule (1) montre ensuite que les surfaces décrites par M et M' ont la même courbure totale.

» On voit que nous pouvons former ainsi tous les couples des surfaces demandées.

» Si l'on veut, en outre, que les lignes de courbure se conservent sur les surfaces M et M', il faudra que le réseau décrit par N soit formé des lignes de courbure; ce réseau étant à invariants égaux ponctuels, N décrira une surface isothermique; donc :

» *Si deux surfaces se correspondent avec parallélisme des plans tangents, conservation des lignes de courbure et conservation des aires, le milieu de la droite qui joint les points correspondants décrit une surface isothermique.*

» Signalons encore le cas particulier suivant : supposons que les focales de la congruence de Ribaucour G se réduisent à des courbes C et C'; le segment OP du cas général est équipollent à FF', donc :

» *Si deux points* F *et* F' *décrivent des courbes* C *et* C' *et si l'on prend sur la*

droite FF′ *des points* M *et* M′ *tels que*

$$\frac{MF}{MF'} = K, \qquad \frac{M'F'}{M'F} = K,$$

K *étant une constante, les surfaces décrites par* M *et* M′ *se correspondent avec parallélisme des plans tangents et conservation des aires.* »

PHYSIQUE. — *Constatation d'un champ tournant électromagnétique, produit par une modification hélicoïdale des stratifications, dans un tube à air raréfié.* Note de M. **Th. Tommasina.**

« Les phénomènes que j'ai l'honneur de signaler à l'Académie ont été observés à l'aide d'un tube cylindrique à air raréfié, ayant 60^{cm} de long et 3^{cm} de diamètre, muni à l'une des extrémités d'un réservoir à communication capillaire, contenant de la potasse caustique.

» L'une des électrodes, fixée dans un appendice latéral du tube, à proximité de sa partie capillaire, est constituée par un fil d'aluminium qui entre obliquement jusqu'au centre du tube, tandis que l'autre électrode porte un miroir plan de platine, normal à l'axe. Ce tube donne de très belles stratifications et produit devant la cathode un espace sombre de Faraday, dont la longueur dépasse 10^{cm}. L'approche d'un aimant allonge ou raccourcit cet espace, et l'on obtient très nettement les déviations latérales et les déformations connues des stratifications. Ainsi, si l'on promène le tube normalement aux lignes de force entre les pôles d'un aimant en fer à cheval, on voit les anneaux devenir plus lumineux et doubler ou tripler de nombre dans le champ magnétique. Si, au contraire, on déplace l'aimant parallèlement à sa ligne polaire et à l'axe du tube, en le tenant à proximité de l'une des électrodes et faisant un mouvement de va-et-vient, on observe à l'autre électrode le phénomène curieux que voici :

» Les stratifications lumineuses, suivant le sens du déplacement de l'aimant, semblent sortir ou entrer dans un étui invisible, dont l'ouverture se trouverait à 7^{mm} ou 8^{mm} devant l'électrode, précisément comme ce serait le cas pour un solénoïde élastique, fixé au fond de l'étui par l'une de ses extrémités pendant que celle qui est visible serait attirée par l'un des pôles de l'aimant ou repoussée par l'autre. C'est la recherche de la cause de cette apparence curieuse, qui m'a conduit à la constatation du fait que j'ai indiqué dans le titre.

» Dans le dispositif de cette expérience, les électrodes du tube à vide étaient reliées directement aux bornes du secondaire de la bobine d'induction ; chaque électrode devenant ainsi successivement anode et cathode, il apparaissait un espace sombre de Faraday à chaque extrémité du tube, mais on y distinguait également les stratifications, bien que, naturellement, beaucoup moins lumineuses que dans la partie centrale. Or, l'électrode munie de miroir se trouvait être anode pour l'extra-courant de rupture, lorsqu'un point brillant sur le bord du miroir attira mon attention. Ce point

projetait une tache lumineuse sur la partie de la paroi du tube de son côté. Lorsqu'on approchait l'aimant, cette tache était repoussée ou attirée de plus de 120°, se déplaçant toujours dans un plan parallèle à celui du miroir. Ceci démontrait que le point brillant n'était autre que le point lumineux qu'on voit toujours à l'extrémité d'une anode linéaire. En effet, en faisant les interruptions à la main, j'ai constaté que le point n'apparaissait qu'aux ruptures du courant primaire; il indiquait donc l'endroit où l'émission anodique était *maxima;* aussi, la déviation magnétique, très visible, de ce point, présentait le plus grand intérêt. J'augmentai graduellement le courant et j'observai que l'angle de la déviation produite par l'aimant allait en croissant. Lorsqu'il fut presque de 180°, je la vis quelquefois faire un tour complet. J'attribuai la chose à la rapidité avec laquelle j'avais approché l'aimant; mais, ayant augmenté de nouveau le courant, je vis tout à coup se produire un obscurcissement instantané du tube, puis un plus fort éclat, accompagné des modifications suivantes :

» L'espace sombre du côté du miroir sensiblement raccourci, la tache lumineuse transformée en bague lumineuse, le point brillant disparu, tandis que tout le bord du miroir avait gagné d'éclat. En outre, les stratifications, qui étaient devenues peu à peu sensiblement inclinées et produisaient un entrecroisement flou dans la partie centrale, s'étaient modifiées et avaient repris leur forme primitive, normale à l'axe du tube. Enfin, une rotation intérieure était parfaitement visible, de même qu'une pulsation longitudinale, mais la rotation semblait plus rapide et plus régulière.

» Quand on diminua l'intensité du courant, la rotation ne cessa qu'avec la rupture du circuit; après quelques instants d'arrêt, l'expérience étant recommencée lorsque l'intensité qui allait en croissant eut atteint le point critique, la rotation se manifesta tout à coup sans l'intervention d'aucun amorçage magnétique extérieur.

» Par la simple insertion dans le circuit, pendant la rotation, d'une décharge dans le pétrole, pour éliminer le courant induit de fermeture, et en utilisant un courant de plus en plus faible, avec des interruptions très lentes, j'ai pu voir nettement la chose. Le volume de la luminescence anodique ne formait plus qu'une espèce de ruban en hélice, dont les spires continuaient à s'allonger pendant que leur nombre diminuait. Lorsqu'il n'y eut plus qu'une seule spire tenant toute la longueur du tube, on la vit se détordre de plus en plus et devenir droite quant tout mouvement de rotation eut cessé.

» En faisant ensuite fonctionner comme anode l'électrode sans miroir, et étudiant à la loupe le point brillant, j'ai constaté qu'il a une forme sphérique, qu'il n'est pas placé précisément à l'extrémité du fil fin, mais un peu de côté; son contour est net, bien qu'un mouvement pulsatoire soit très visible dans toute sa masse, mouvement qui semble synchrone avec celui du trembleur. En outre, on en voit souvent deux ou trois, disposés en grappes, mais les autres sont moins lumineux et jaunâtres. Tous occupent une position absolument invariable; le plus brillant est toujours le même, les trois couronnent l'extrémité du fil, dont toutes les autres parties n'émettent aucune lumière.

» J'ai observé également que, soit le fil, soit le miroir, lorsqu'ils fonctionnent comme cathode, sont frappés continuellement de tous les côtés (le miroir presque autant sur ses deux faces) d'un certain nombre de particules qui produisent de petites étincelles très brillantes, accompagnées quelquefois d'un petit jet de luminosité en

forme d'auréole. Jamais ce phénomène ne se manifeste lorsqu'ils fonctionnent comme anode; cette projection de particules est donc d'origine anodique.

» Tous ces faits me semblent confirmer l'origine anodique de ces phénomènes et le rôle que la réflexion doit jouer dans la modification cathodique. J'ajoute seulement que, si les charges sont transmises suivant le faisceau hélicoïdal, celui-ci doit se comporter comme un solénoïde parcouru par un courant. Dans ce cas, ce faisceau, qui serait le faisceau déviable, tournerait sous l'action de l'autre partie du courant qui parcourt le faisceau non déviable, précisément comme un solénoïde mobile autour d'un courant linéaire fixe. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur une soi-disant réduction électrolytique du chlorate de potassium.* Note de M. **André Brochet**, présentée par M. H. Moissan.

« Le chlorate de potassium ne peut être transformé en chlorure par réduction cathodique, Lorsque l'on électrolyse une solution de chlorure de potassium, on remarque bien, il est vrai, une absorption d'hydrogène; mais c'est le fait de la réduction de l'hypochlorite servant toujours de terme de passage entre le chlorure et le chlorate. J'ai démontré en effet (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1624) que l'électrolyse du chlorure de potassium en présence d'oxyde de cobalt ne donnait pas de chlorate, en raison précisément de la destruction de l'hypochlorite formé. Ce point confirmé même en milieu alcalin, alors que, dans l'électrolyse sans oxyde de cobalt, l'hypochlorite ne peut être décelé, montre évidemment que la faible réduction que l'on obtient dans ces conditions est bien encore le fait de l'hypochlorite. Ces expériences établissaient, en outre, l'impossibilité de la formation primaire du chlorate de potassium, ainsi que l'admettaient les théories d'Œttel et de Fœrster sur l'électrolyse des chlorures alcalins.

» Le professeur Bancroft (*Transactions of the American electrochemical Society*, t. I, p. 65) et M. Burrows (*The Journal of physical Chemistry*, t. VI, p. 417) ont fait un certain nombre de recherches sur un procédé de réduction électrolytique du chlorate de potassium. Ayant émis quelques doutes sur leurs théories, j'ai repris leurs essais. Au point de vue expérimental, je suis d'accord avec eux sur ce fait, que l'électrolyse du chlorate de potassium avec une anode de cuivre donne naissance à du chlorure de potassium en quantité plus grande que ne le prévoit la théorie admettant

une réduction par l'hydrogène cathodique d'après l'équation



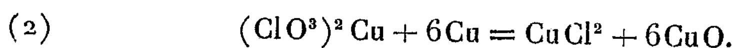
$$(1) \qquad ClO^3K + 3H^2 = ClK + 3H^2O.$$

» Je suis en désaccord avec eux sur ce point, que le précipité brun formé n'est pas de l'oxyde de cuivre pur obtenu en quantité théorique, mais un mélange complexe renfermant, à côté de l'oxyde de cuivre, du cuivre métallique et une faible quantité de chlorure, ainsi que sur d'autres points de détail. Je suis en désaccord avec eux relativement à la théorie de la réaction.

» Je suis arrivé aux conclusions suivantes :

» Dans l'électrolyse des sels alcalins au moyen d'une anode soluble, on obtient successivement : formation du sel du métal, précipitation par l'alcali formé à la cathode de l'hydrate, lequel est réduit par l'hydrogène, de sorte que l'on n'observe aucune réaction apparente, mais un simple changement d'état physique du métal.

» Lorsque l'on fait l'électrolyse du chlorate de potassium avec une anode de cuivre, à côté de cette série *normale* de réactions on remarque une série *anormale*, d'ordre purement chimique, due à la décomposition au contact du cuivre métallique, d'après la réaction (2), du chlorate de cuivre formé.



$$(2) \qquad (ClO^3)^2Cu + 6Cu = CuCl^2 + 6CuO.$$

» Cette réaction est d'ailleurs très simple à réaliser; il suffit en effet de faire bouillir une solution concentrée de chlorate de cuivre en présence de tournure de cuivre, pour obtenir presque immédiatement un abondant précipité avec le nitrate d'argent. Si l'on maintient le mélange au bain-marie, on constate au bout de 1 heure environ la formation d'un précipité vert, et la quantité de chlorure diminue dans la solution. Ce précipité vert est formé d'oxyde de cuivre renfermant du chlorate et du chlorure, ces derniers probablement à l'état de sels basiques insolubles dans l'eau. On constate en même temps que le cuivre se recouvre d'hydrate d'oxyde cuivreux jaune.

» On peut donc admettre qu'il se forme primitivement du chlorure cuivrique et de l'oxyde cuivreux, lequel se transforme en oxyde cuivrique en précipitant le chlorure à l'état de sel basique ainsi qu'une certaine quantité de chlorate.

» Cette réaction se passe également à froid, mais elle est beaucoup plus lente et le précipité obtenu est bleu au lieu d'être vert. Il y a réduction dans les mêmes conditions, mais avec beaucoup moins d'intensité, en utilisant

une solution de chlorate de potassium à 50^g par litre, additionnée de sulfate de cuivre.

» La réaction (2) se passe, à côté de la série *normale* de réactions, dans l'électrolyse du chlorate de cuivre et dans celle du chlorate de potassium avec anode de cuivre. Mais alors que, dans le premier cas, on obtient une poudre bleue renfermant des sels basiques du chlorate et du chlorure, analogue à celle obtenue sans électrolyse, et un dépôt de cuivre, très vilain, il est vrai ; dans le second cas, les sels basiques sont en majeure partie détruits par la potasse ou réduits par l'hydrogène, de sorte que l'oxyde noir obtenu renferme une forte proportion de cuivre métallique et une faible quantité seulement de chlorure, la majeure partie étant passée en solution ; mais il ne renferme pas de chlorate.

» Cette série *anormale* de réactions explique également la forte proportion de chlorure formé. En effet :

» Deux fois 26,8 ampères-heures (96540 coulombs) fournis à l'électrolyseur décomposent une molécule-gramme de chlorate de cuivre ou deux de chlorate de potassium pour mettre en liberté 2 ClO^3 pouvant donner la réaction suivante :



$$(3) \qquad 2\,ClO^3 + 7\,Cu = Cu\,Cl^2 + 6\,Cu\,O,$$

c'est-à-dire mettent en liberté 2 Cl sous forme de chlorure.

» Or, si nous considérons la réaction (1), nous voyons que pour obtenir 2 Cl sous forme de chlorure par électrolyse du chlorate de potassium, il faudra 6H. Ce n'est donc plus deux fois, mais douze fois 26,8 ampères-heures qu'il faudra fournir à l'électrolyseur.

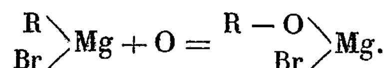
» Le rendement, si l'on admet seulement la série anormale de réactions basée sur la décomposition du chlorate de cuivre, pourra donc atteindre 600 pour 100 de la quantité de chlorure calculé d'après la réaction (1).

» Le rendement de 150 à 200 pour 100 que l'on obtient pratiquement montre donc bien qu'à côté de la série *anormale* se passe également la série *normale* sans formation de chlorure.

» Le fait signalé par MM. Bancroft et Burrows, de *la réduction électrolytique du chlorate de potassium*, n'est donc pas précisément en rapport avec ce titre, bien qu'il corresponde à la réaction apparente indiquée. Le chlorate de potassium, lui-même, est irréductible, et sa prétendue réduction est le résultat de l'action intermédiaire du cuivre métallique sur le chlorate de cuivre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode de formation des phénols.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

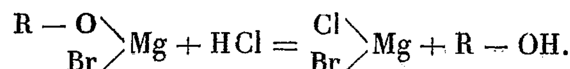
» Lorsqu'on abandonne à l'air un composé organo-magnésien, celui-ci est rapidement détruit. La vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère le décompose avec mise en liberté d'hydrocarbure, mais, en même temps, l'oxygène de l'air réagit de la manière suivante :



$$\begin{matrix} R \\ Br \end{matrix}\!\!>\!Mg + O = \begin{matrix} R-O \\ Br \end{matrix}\!\!>\!Mg.$$

» Cette action se manifeste bien avec le bromure de phényle-magnésium qui, dans les conditions précédentes, répand au bout de quelques heures une forte odeur de phénol.

» Les composés ainsi formés sont détruits par l'acide chlorhydrique avec mise en liberté d'un alcool ou d'un phénol, suivant le cas.



$$\begin{matrix} R-O \\ Br \end{matrix}\!\!>\!Mg + HCl = \begin{matrix} Cl \\ Br \end{matrix}\!\!>\!Mg + R-OH.$$

» J'ai étudié cette réaction sur quelques dérivés organo-métalliques, obtenus en partant de composés benzéniques bromés dans le noyau, et j'ai réussi à obtenir les phénols correspondants. Voici le mode opératoire employé :

» Dans la solution organo-magnésienne, je fais passer bulle à bulle de l'oxygène ou de l'air, privé d'anhydride carbonique et de vapeur d'eau. La liqueur s'échauffe légèrement. Au bout de 4 heures, l'éther étant revenu à la température ordinaire, j'arrête le dégagement gazeux, et après traitement à l'acide chlorhydrique étendu, puis à l'eau pure, je décante l'éther, je le sèche sur du chlorure de calcium, puis je le chasse par distillation. Le résidu agité avec une solution de potasse lui cède le phénol produit, que je précipite par un acide, après filtration.

» En opérant ainsi j'ai transformé le bromobenzène en phénol, l'ortho et le parabromotoluène en crésols correspondants. En partant de l'anisol parabromé [1] j'ai obtenu l'éther monométhylique et l'hydroquinone, et le phénétol parabromé m'a donné l'éther monoéthylique de ce diphénol.

---

[1] Les dérivés monobromés dans le noyau des oxydes phénoliques réagissent facilement sur le magnésium, si l'on a soin de n'employer que peu d'éther et d'amorcer la réaction au moyen de quelques fragments d'iode. Je ferai connaître prochainement les résultats que j'ai obtenus avec ces composés organomagnésiens.

» Malheureusement la quantité de phénol obtenue dans chaque opération est faible. Elle varie du $\frac{1}{20}$ au $\frac{1}{10}$ de la quantité théorique, suivant le cas. Je me propose de rechercher si, en modifiant le mode opératoire, il ne serait pas possible d'améliorer le rendement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dinitroacétate d'éthyle.* Note de MM. **L. Bouveault** et **A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 748), nous avons indiqué la préparation du nitroacétate d'éthyle par le dédoublement du nitrodiméthylacrylate d'éthyle-α, sous l'influence de l'ammoniac gazeux. Cette méthode, quoique donnant de très bons rendements, exige néanmoins une suite de manipulations assez longue; aussi avons-nous cherché à nous procurer l'éther nitroacétique par des moyens plus commodes.

» MM. Bouveault et Bongert (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 1569), en effectuant la nitration de l'éther acétylacétique, ont obtenu un dérivé nitré dont la composition répond à un dimère du produit de déshydratation du nitroacétate d'éthyle. On pouvait supposer qu'en se plaçant dans des conditions telles que la déshydratation n'ait pas lieu, on arriverait ainsi à préparer le nitroacétate d'éthyle par nitration directe. Pour cela, nous avons essayé d'opérer à basse température, mais l'acide nitrique fumant ordinaire, ne réagissant pas au-dessous de 25°-30° C., nous l'avons remplacé par l'acide nitrique *réel*. Nous avons fait agir cet acide sur l'éther acétylacétique en refroidissant soit par du chlorure de méthyle bouillant, soit par un mélange de neige carbonique et d'acétone, mais cela sans obtenir des résultats notablement différents de ceux déjà connus.

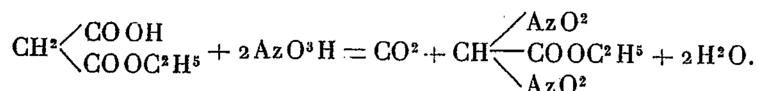
» L'un de nous a déjà indiqué d'autre part (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1050) que la saponification partielle du nitromalonate d'éthyle par la potasse aqueuse bouillante fournit du nitroacétate d'éthyle, mais avec de très mauvais rendements. En remplaçant la potasse aqueuse par de l'eau de baryte, de la pyridine, de l'ammoniaque, dans des conditions très variées, nous n'avons pu que constater la destruction complète de l'éther nitromalonique. Nous avons alors songé à soumettre à l'action de l'acide nitrique fumant le malonate acide d'éthyle, espérant que cet éther serait dédoublé, dans ces conditions, en acide carbonique et acétate d'éthyle naissant susceptible de réagir aussitôt avec l'acide nitrique.

» Quand on verse lentement 1 partie de malonate acide d'éthyle dans 3 parties d'acide nitrique fumant ordinaire, il se produit un échauffement, et l'on constate un dégagement d'acide carbonique; on refroidit de manière à ne pas dépasser 25° à 30°C., puis on verse sur de la glace. Il se dépose une huile lourde qui est rassemblée à l'éther; l'éther, lavé à l'eau, au carbonate de sodium, de nouveau à l'eau, puis distillé au bain-marie, abandonne une petite quantité d'un liquide plus lourd que l'eau qui a été caractérisé par son point d'ébullition et par l'amide cristallisée qu'il donne avec

l'ammoniaque aqueuse comme étant du bisanhydronitroacétate d'éthyle décrit par MM. Bouveault et Bongert.

» Les liquides alcalins venant du lavage au carbonate de soude et qui sont fortement colorés en rouge sont acidifiés par un acide minéral. Il se précipite une huile peu colorée que la distillation dans le vide décompose fortement; pour purifier le produit, il faut passer par l'intermédiaire de son sel de potassium qui se forme en ajoutant de la potasse alcoolique à une solution du produit dans l'alcool absolu. Le précipité jaune cristallin est redissous dans l'alcool bouillant d'où il se dépose par refroidissement en aiguilles jaunes longues de plusieurs centimètres et auxquelles l'analyse assigne la formule du *sel de potassium du dinitro-acétate d'éthyle* $C^4H^5Az^2O^6K$. Chauffé sur la lame de platine, ce sel déflagre avec violence; il est soluble dans l'eau qu'il colore en jaune. Sa solution aqueuse précipite par les acides minéraux une huile incolore qui, séchée dans le vide, répond à la formule $C^4H^6Az^2O^6$; son poids moléculaire déterminé au sein de la benzine a été trouvé PM = 180 (la théorie exige 178).

» C'est donc là du *dinitro-acétate d'éthyle*, formé d'après l'équation



$$CH^2\left\langle\begin{matrix}CO\,OH\\CO\,OC^2H^5\end{matrix}\right. + 2AzO^3H = CO^2 + CH\left\langle\begin{matrix}AzO^2\\CO\,OC^2H^5\\AzO^2\end{matrix}\right. + 2H^2O.$$

» Le dinitro-acétate d'éthyle constitue un liquide incolore, très mobile, plus lourd que l'eau ($D_0^0 = 1,369$), dans laquelle il est légèrement soluble en la colorant en jaune. Il est doué de propriétés acides très énergiques; il décompose les carbonates, et les solutions aqueuses de ses sels alcalins ne sont décomposées ni par l'acide acétique, ni par l'acide oxalique; les acides minéraux précipitent immédiatement l'éther-dinitro-acétique.

» On obtient son *sel ammoniacal* en faisant passer de l'ammoniac sec dans une solution du dérivé nitré dans l'éther ou la benzine : pour l'avoir pur on le dissout à chaud dans un mélange d'alcool méthylique et de benzine, d'où il cristallise par refroidissement en magnifiques aiguilles jaune soufre.

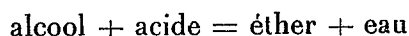
» Nous avons depuis rencontré le dinitro-acétate d'éthyle dans toutes les nitrations des éthers acryliques substitués et aussi dans le cas de la nitration de l'éther acétylacétique. Nous l'avons toujours isolé sous forme de son sel de potassium, qui est caractéristique.

» Sa formation est due à ce que l'acide nitrique, réagissant sur ces éthers non saturés, pour donner naissance à des dérivés nitrés, provoque en même temps un dédoublement partiel de la molécule à l'endroit de la double liaison. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Influence de la nature du milieu extérieur sur l'état d'hydratation de la plante.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **A. Hébert**, présentée par M. A. Haller.

« Quand on étudie le mécanisme de la formation des éthers chez la plante, on constate qu'il subsiste, à côté des produits formés, un excès des

substances réagissantes; en d'autres termes, on rencontre, dans le végétal considéré, un mélange d'éther composé d'alcool libre, d'acide et d'eau. Conformément aux idées de M. Berthelot sur l'éthérification, la réaction



alcool + acide = éther + eau

doit donc être limitée par la réaction inverse, et l'état d'équilibre doit dépendre de la proportion d'eau contenue dans le milieu. Par conséquent, c'est, il y a lieu de le supposer, en favorisant l'élimination mécanique de l'eau que la fonction chlorophyllienne doit activer l'éthérification (voir *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 159). Dans le but d'éclaircir ce point, nous avons soumis la plante à des influences susceptibles d'affecter à la fois les phénomènes chimiques et les phénomènes physiologiques, pensant ainsi arriver à saisir les liens qui existent entre ces deux ordres de phénomènes.

» En particulier, l'arrivée de l'eau par les racines et son départ par les organes chlorophylliens sont en relation avec la composition minérale des milieux au contact desquels vivent les racines. D'autre part, cette composition est elle-même en relation avec les échanges gazeux qui accompagnent la formation et l'évolution de la matière végétale. Il en résulte que, en modifiant la nature chimique du milieu extérieur, on doit modifier à la fois et la marche des phénomènes chimiques et celle des phénomènes physiologiques, de façon à constater les liens qui unissent les uns aux autres. Telles sont les considérations qui ont orienté nos recherches et nous ont conduits à soumettre une plante à l'influence de divers sels minéraux pour observer les variations qu'elle subit au double point de vue qui nous intéresse.

» Nous avons fait connaître les raisons qui ont déterminé le choix de la menthe poivrée pour l'expérimentation, nous avons exposé aussi les résultats obtenus en 1901 en soumettant la plante à l'influence de deux sels : le chlorure de sodium d'une part, le nitrate de sodium d'autre part (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 181 et p. 1228). Ces premières recherches avaient pour but de fournir des indications sur les facteurs devant être spécialement envisagés au cours des expériences plus générales que nous avons entreprises depuis. Dans cette Note nous étudierons l'influence de divers sels minéraux ajoutés au sol sur l'état d'hydratation de la plante.

» Le terrain affecté à nos cultures a été divisé en 13 lots : l'un d'eux a été réservé pour la culture normale, c'est-à-dire sans addition de sels minéraux; il fournira les plantes témoins; à chacun des autres lots nous avons ajouté, le 25 mai 1902, une solution de l'un des sels minéraux suivants : *chlorures* de sodium, de potassium, d'ammonium; *sulfates* de sodium, de potassium, d'ammonium, sulfate ferreux, sulfate de

manganèse; *nitrates* de sodium, de potassium, d'ammonium; *phosphate* disodique (500kg de chacun des sels de sodium à l'hectare et, pour les autres sels, des quantités équimoléculaires).

» Un premier prélèvement de plantes pour l'analyse a été effectué le 25 mai, jour de l'addition des sels minéraux; le 21 août, à la fin de la végétation, nous avons fait un second prélèvement dans chacun des lots affectés aux diverses cultures. Mettons en évidence les augmentations de la proportion de matière organique et les diminutions de la proportion d'eau subies, du 25 mai au 21 août, par les plantes cultivées dans les divers milieux.

	Augmentation de la proportion centésimale de matière organique.			Diminution de la proportion centésimale d'eau.		
	Racines.	Organes aériens.	Plante entière.	Racines.	Organes aériens.	Plante entière.
Culture normale.........	3,49	7,36	6,34	−0,2	7,2	5,1
Culture au NaCl.........	9,69	10,05	9,87	6,4	9,8	8,6
» KCl..........	17,25	15,38	15,68	14,9	15,3	14,9
» AzH^4Cl......	10,02	13,34	12,43	8,3	13,3	11,7
Culture au SO^4Na^2.......	10,23	15,57	14,18	6,7	15,7	13,2
» SO^4K^2.......	13,26	13,86	12,84	9,9	12,5	11,5
» $SO^4(AzH^4)^2$...	18,95	19,96	19,47	16,7	20,3	19,0
» SO^4Fe.......	12,04	13,96	13,34	8,9	13,6	12,1
» SO^4Mn.......	7,87	11,99	10,22	4,3	10,9	8,9
Culture au AzO^3Na......	17,50	16,16	16,13	14,8	16,1	15,2
» AzO^3K.......	12,00	18,96	17,32	9,6	19,1	16,6
» AzO^3AzH^4...	20,75	21,80	21,42	18,9	22,7	21,4
Culture au PO^4Na^2H....	13,09	10,56	10,74	10,0	10,2	9,5

» On peut, d'après les résultats inscrits dans ce Tableau, généraliser les conclusions que nous avons été amenés à formuler à la suite de nos études sur l'influence du chlorure de sodium et du nitrate de sodium, et dire que *l'addition au sol d'un sel minéral a pour effet d'accélérer la diminution de la proportion d'eau chez la plante*. L'effet des sels minéraux est donc analogue à celui d'un éclairement plus intense, M. Berthelot (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 139) ayant constaté que les plantes poussant au soleil sont moins hydratées que celles poussant à l'ombre.

» Les moyennes des nombres correspondant aux sels d'un même acide sont les suivantes :

	Diminution moyenne de la proportion d'eau		
	dans les racines.	dans les parties aériennes.	dans la plante entière.
Nitrates.............	17,8	19,3	17,7
Sulfates.............	9,3	14,6	12,9
Chlorures...........	9,9	12,8	11,7
Phosphate disodique ..	10,0	10,2	9,5

» Ce sont donc les nitrates qui favorisent le plus la perte d'eau; viennent ensuite les sulfates, les chlorures, enfin le phosphate disodique. »

BIOLOGIE. — *Observations sur la théorie du cloisonnement.* Note de **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Guignard.

« Nous avons été conduit progressivement à l'idée que toute théorie générale relative à la reproduction, à la nutrition, à la sexualité, à toutes les grandes fonctions de l'être, en un mot, doit avoir sa base et son point de départ chez les organismes inférieurs. Nous avons déjà formulé dans ces conditions une nouvelle théorie de la sexualité ([1]); nous voudrions montrer aujourd'hui qu'on aurait avantage à suivre la même voie dans l'étude du cloisonnement.

» On considère avec raison les lois d'Hertwig et de Pflueger comme fondamentales; nous les rappelons brièvement.

» Selon Hertwig, *les deux pôles du fuseau nucléaire viennent se placer dans la direction de la plus grande masse de protoplasma*, à peu près de la même manière que la position des pôles d'un aimant est influencée par les particules de fer qui l'environnent. D'après Pflueger, *le fuseau nucléaire s'oriente dans le sens de la moindre résistance.*

» L'étude des Flagellés prouve : 1° que ces lois n'ont qu'un caractère secondaire; 2° qu'elles sont le résultat de modifications introduites dans l'organisme cellulaire au cours de l'évolution.

» Chez les Flagellés, en effet, la division est longitudinale; cependant, très souvent le corps est cylindrique; le fuseau nucléaire s'établit dans le sens de la plus petite largeur de la cellule et aussi dans le sens de la plus grande résistance, ce qui est contraire à la fois aux lois d'Hertwig et de Pflueger.

» C'est que chez les Flagellés, ancêtres des Métaphytes et des Métazoaires, nous nous trouvons en présence d'un cloisonnement primitif qui a pour but de séparer une cellule en deux moitiés symétriques et équivalentes; ce résultat n'est atteint qu'autant que les divers groupements permanents de la cellule se divisent et portent leurs moitiés à droite et à gauche de l'axe; de ces groupements et de leur mode de division, nous ne connaissons bien que celui qui est représenté par l'élément nucléaire; c'est, d'après la façon dont il se comporte, qu'on peut essayer d'établir les lois primitives du cloisonnement.

» La cellule du Flagellé est nettement polarisée, elle possède une extrémité anté-

([1]) *Le Botaniste*, 6e série, p. 263.

rieure et une extrémité postérieure; l'axe cellulaire est l'axe qui passe par le milieu de ces deux extrémités; si la cellule présente, en outre, une face ventrale et une face dorsale, il existe un plan cellulaire, passant par l'axe et parallèle aux deux faces.

» Avec cette organisation, les lois primitives du cloisonnement peuvent être ainsi formulées :

» 1° *L'axe nucléaire se place perpendiculairement à l'axe cellulaire ou au plan cellulaire s'il en existe un;*

» 2° *Le plan de division passe par l'axe ou le plan cellulaires; ceux-ci sont déterminés par la morphologie générale de la cellule et la position de ses éléments permanents.*

» Nous allons examiner maintenant comment et pourquoi ces lois se sont trouvées modifiées au cours de l'évolution; à cet égard, les exemples fournis par les genres *Euglenopsis* et *Trachelomonas* sont des plus probants.

» Chez l'*Euglenopsis vorax,* le corps offre une certaine résistance à l'extension en largeur; aussi le fuseau nucléaire est-il tantôt perpendiculaire à l'axe, tantôt plus ou moins oblique; parfois même il se montre complètement parallèle à l'axe [1]; malgré cette dernière disposition, la bipartition du corps reste longitudinale, grâce à une courbure du fuseau à la fin de la division. Il s'agit ici d'une exception remarquable à une loi de cloisonnement considérée comme générale, à savoir que la cloison est perpendiculaire à l'axe nucléaire.

» Nous entrevoyons chez l'*Euglenopsis vorax* la cause des différences d'orientation du fuseau : une explication complète va nous être fournie par le genre *Trachelomonas* qui possède une coque épaisse faisant obstacle à tout élargissement du corps.

» Le *Trachelomonas volvocina* a une forme sphérique : le fuseau nucléaire s'oriente transversalement comme chez les autres Flagellés et la bipartition est longitudinale. Dans le *Trachelomonas lagenella*, au contraire, le corps est allongé, cylindrique; le fuseau nucléaire, d'abord transversal, ne peut subir son extension complète; il effectue une rotation de 180° qui le rend parallèle à l'axe; la bipartition du corps est transversale [2].

» En résumé, nous sommes autorisé à conclure que les lois primitives du cloisonnement, que nous venons de faire connaître, se sont trouvées modifiées par l'apparition d'une membrane ou d'une enveloppe inexten-

---

(1) La division nucléaire que nous avons étudiée récemment dans cette espèce est une *paplomitose*.

(2) Consulter P.-A. Dangeard, *Recherches sur les Eugléniens* (*Le Botaniste*, 8e série, p. 224).

sible : les lois d'Hertwig et de Pflueger ne sont que l'expression de cette modification intervenue dans la structure cellulaire au cours du développement. »

GÉOLOGIE. — *Existence du Crétacé inférieur en Argolide (Grèce).* Note de M. L. **Cayeux**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Les études que j'ai faites en Argolide avec M. Ardaillon pour rechercher le gisement de fossiles « coralliens », décrit par Puillon de Boblaye en 1833, m'ont conduit à la découverte d'un Crétacé inférieur très développé aux environs de Nauplie. La coupe qui montre ce terrain avec des fossiles est celle qui a été levée en détail par Boblaye ([1]), pendant l'Expédition scientifique de Morée, et qui a été décrite en 1887 par M. Philippson ([2]).

» Elle montre une série renversée qui commence à Nauplie avec le Crétacé, et finit, non loin de la ville, avec le Jurassique supérieur reposant sur le Crétacé.

» Le terme inférieur de la coupe, — celui qui en forme la base, par suite du renversement des couches, — est un calcaire blanc ou gris, obscurément stratifié et très développé; c'est lui qui constitue la majeure partie du promontoire rocheux de Nauplie. Ce calcaire est identique, en tous points, au calcaire urgonien du bassin du Rhône. Il renferme, avec des *Nerinea* très abondantes et autres Gastropodes de petite taille, de nombreux fossiles rapportés par M. Douvillé au genre *Toucasia* ou à une forme urgonienne voisine.

» Les premières assises qui surmontent ce calcaire urgonien affleurent depuis le bord oriental du rocher de Nauplie jusqu'au versant ouest de la montagne de Palamède. On y observe, entre autres niveaux intéressants, à la base, des calcaires rouge brique et violacé, puis un complexe de calcaires schisteux rouges très riches en dépouilles de Globigérines, de schistes rouges et verts, de roches détritiques diverses avec un banc de conglomérat serpentineux, et, au sommet, des calcaires violacés, rouge lie-de-vin, sublithographiques, finement lités et riches en silex remplis de Radiolaires.

» La coupe se poursuit par une grande masse calcaire qui constitue presque à elle seule la montagne de Palamède. Elle débute par des calcaires gris, compacts, à stratification confuse, renfermant quelques débris de *Pinnigena*. Cet horizon est surmonté

([1]) Puillon de Boblaye et Théodore Virlet, *Expédition scientifique de Morée. Géologie et Minéralogie*, Paris 1833.

([2]) A. Philippson, *Der Peloponnes*, Berlin, 1892.

par des calcaires gris très épais et bien stratifiés, alternant avec des calcaires schisteux et marneux où j'ai recueilli une Bélemnite et de nombreuses radioles d'Oursins. La partie supérieure est formée par des calcaires bréchoïdes à Polypiers.

« Cette grande masse calcaire supporte des calcaires marneux alternant avec des marnes à nodules fossilifères qui m'ont fourni *Phylloceras infundibulum* d'Orb., un *Desmoceras* identifié par M. Haug, au *Desmoceras Neumayri* Haug, qu'il a trouvé dans l'Infracrétacé du Tyrol méridional (¹), *Heteroceras* sp., etc. Cette faune est hauterivienne.

» Un dernier niveau de calcaire gris, sans fossiles, fait suite aux couches marneuses à Céphalopodes. Il supporte en discordance le conglomérat serpentineux renfermant les fossiles « coralliens » signalés par Boblaye aux environs de Nauplie.

» En résumé, l'Hauterivien à Céphalopodes et le Barrémien à faciès urgonien existent aux environs de Nauplie. Leur puissance totale est de 800ᵐ à 1000ᵐ. Il est impossible de fixer la limite des deux étages, et j'ignore s'il faut voir dans les calcaires inférieurs aux couches à Céphalopodes un représentant du Valanginien.

» Plusieurs niveaux renferment une faune microscopique qui jette un jour très vif sur les conditions de formation d'une partie des sédiments étudiés. Je citerai, à ce point de vue, des roches qui dérivent d'une véritable *boue à Radiolaires,* et des calcaires qui procèdent d'une *vase à Globigérines,* plus typique et plus pure que la plupart des boues à Globigérines de nos océans. Ces dépôts témoignent d'un régime pélagique des mieux définis.

» L'Infracrétacé de l'Argolide est pour le moment le seul connu de la Grèce continentale. Sa composition lithologique, sa forme hauterivienne à Céphalopodes et ses couches à Radiolaires lui assurent les affinités les plus étroites avec le Néocomien du Tyrol méridional (²), si bien étudié en 1887 par M. Haug. »

(¹) E. Haug, *Beitrag zur Kenntniss der Oberneocomen Ammonitenfauna der Puezalpe bei Corvara (Südtirol)* [*Beiträge z. Paläont. Oester.-Ungarns,* Bd. 7 (1889), p. 204-205, pl. X, fig. 2-4].

(²) E. Haug, *Die geologischen Verhältnisse der Neocomenablagerungen der Puezalpe bei Corvara in Südtirol* (*Jahr. d. k.k. geol. Reich.* Bd. 37, 1887, p. 245-280).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence d'une kinase dans quelques Champignons Basidiomycètes.* Note de MM. C. **Delezenne** et H. **Mouton**, présentée par M. Roux.

« Les recherches relatives aux ferments protéolytiques des Champignons Basidiomycètes ont permis de mettre en évidence, dans un certain nombre d'espèces, l'existence de diastases capables de liquéfier la gélatine (1) ou de peptoniser la caséine en solution naturelle (2); mais aucun expérimentateur n'a réussi à obtenir, en s'adressant à ces végétaux, des sucs ou des extraits possédant la propriété de digérer la fibrine ou l'ovalbumine coagulée.

» Les expériences que nous avons faites à ce sujet confirment les données précédentes. Les liquides ou les extraits, obtenus par différents procédés, d'un certain nombre de Basidiomycètes, se sont toujours montrés rigoureusement inactifs sur la fibrine (3) et l'albumine d'œuf coagulée par la chaleur.

» En revanche, nous avons constaté que plusieurs de ces extraits ajoutés à des sucs pancréatiques totalement inactifs vis-à-vis de l'albumine, sont capables de leur conférer un pouvoir digestif des plus évidents. Nous nous sommes assurés que cette action est due à un ferment soluble analogue à l'entérokinase, mais qu'il est plus intéressant peut-être de rapprocher des kinases découvertes par l'un de nous dans les sécrétions de divers microorganismes du groupe des bactériacées (4) et dans le venin des serpents (5).

» Ce sont les résultats de ces dernières recherches qui nous ont conduits à faire porter tout d'abord notre étude sur quelques-unes des Agaricinées qui sont habituellement classées parmi les plus toxiques ou les plus véné-

---

(1) Voir à ce sujet : Zopf, *Die Pilze.* — Bourquelot, art. « *Champignons* » du *Dictionnaire de Physiologie.* — Green, *The soluble ferments and fermentation.*

(2) Bourquelot et Herissey, *Comptes rendus,* t. CXXVII, 31 octobre 1898.

(3) Pour éviter toute cause d'erreur due à l'autodigestion de la fibrine, celle-ci était toujours chauffée préalablement pendant 2 heures à 58°.

(4) C. Delezenne, *Les kinases microbiennes. Leur action sur le pouvoir digestif du suc pancréatique vis-à-vis de l'albumine* (*Comptes rendus,* t. CXXXV, 28 juillet 1902).

(5) C. Delezenne, *Sur l'existence d'une kinase dans le venin des serpents* (*Comptes rendus,* t. CXXXV, 11 août 1902).

neuses, l'*Amanita muscaria* (fausse oronge) et l'*Amanita citrina*. En fait, nous avons trouvé une kinase fort active dans ces deux espèces et surtout dans la première.

» Pour mettre cette diastase en évidence, nous nous sommes adressés tout d'abord au suc extrait à la presse de Champignons fraîchement récoltés; mais la plupart des conditions de son activité ont été étudiées à l'aide de fructifications cueillies à l'automne, séchées aussi rapidement que possible à 40°, et conservées dans des flacons secs et bien bouchés. Les Champignons secs sont réduits en poudre, pour l'usage, au fur et à mesure des besoins, et la poudre mise à macérer deux à trois heures à l'étuve à 40° dans dix à vingt fois son poids d'eau salée à 8 pour 1000, en présence du toluol. C'est avec le liquide obtenu, soit après simple filtration sur papier, soit après filtration sur bougie Berkefeld, que nous avons fait la plupart de nos essais. Dans les cas où nous opérions avec des liquides non filtrés sur bougie, les digestions étaient faites sous le toluol.

» Avec l'*Amanita muscaria*, nous avons constaté qu'il suffit généralement d'ajouter à 3^{cm^3} de suc pancréatique de chien (sucs de fistule permanente, obtenus par cathétérisme; sucs de sécrétine recueillis aseptiquement) 1^{cm^3} à 2^{cm^3} d'extrait pour obtenir, à l'étuve à 40°, la digestion d'un cube d'albumine de 1^g environ en l'espace de 12 à 36 heures. Si, dans quelques cas exceptionnels, spécialement lorsqu'on opère avec des liquides filtrés sur bougie et ayant perdu de ce fait une partie de leur diastase, la digestion demande un temps un peu plus long à s'effectuer, le résultat de l'expérience n'en est pas moins toujours saisissant, puisque les cubes d'albumine introduits dans les tubes témoins renfermant isolément le suc pancréatique et l'extrait de Champignons restent absolument intacts.

» Le liquide de macération perd complètement ses propriétés kinasiques lorsqu'il est porté à la température de 100° pendant 10 minutes. Un chauffage d'une demi-heure à 70° donne un résultat identique; il suffit même d'atteindre la température de 60°-65° pour observer déjà une diminution sensible de l'activité de la kinase.

» Précipité par l'alcool, le liquide donne un dépôt abondant qui, séparé rapidement, se redissout en grande partie dans l'eau. Le nouveau liquide obtenu présente, quoique affaiblies, les mêmes propriétés que la macération primitive. Le contact prolongé avec l'alcool et la dessiccation détruisent l'activité du produit. Les macérations d'*Amanita citrina* présentent à un degré un peu plus faible les mêmes propriétés que celles d'*A. muscaria*, et nous avons pu répéter avec elles toute la série d'expériences que nous venons de rapporter.

» Nous avons voulu comparer le liquide de macération de nos Amanites à ceux de plusieurs autres espèces de Basidiomycètes. Dans quelques-uns des champignons étudiés, nous avons retrouvé la propriété kinasique, mais à un degré beaucoup moindre que chez *A. muscaria et A. citrina*. *Hypholoma fasciculare* s'est encore montré assez actif, mais nous n'avons obtenu qu'une action extrêmement faible avec le champignon de couche ordinaire (*Psalliota campestris*) et le cèpe (*Boletus edulis*). Un autre cham-

pignon comestible, acheté sur le marché et qui nous a paru être *Hydnum repandum*, s'est montré complètement inactif.

» Il est intéressant de constater que, parmi les espèces étudiées, celles qui sont considérées comme les plus toxiques sont aussi celles qui se sont montrées de beaucoup les plus actives. Existe-t-il toutefois un rapport entre la toxicité des champignons et leur pouvoir kinasique? Nos expériences sont évidemment insuffisantes pour nous permettre de nous prononcer sur cette question.

» Il est regrettable que la saison avancée où nous avons commencé cette étude ne nous ait pas permis de nous procurer d'autres espèces voisines de celles qui nous ont donné les résultats les plus intéressants et dont les unes sont comestibles comme *A. Cæsaria* (oronge vraie), qui ne se trouve pas dans la région parisienne, et dont d'autres sont des plus toxiques ([1]) comme *A. phalloides*, toujours assez rare. Nous nous efforcerons de combler ces lacunes quand la saison nous permettra de nous procurer des matériaux. »

MICROBIOLOGIE. — *Influence de la configuration stéréochimique des glucosides sur l'activité des diastases hydrolytiques* ([2]). Note de M. **Henri Pottevin**, présentée par M. Duclaux.

« Les diastases hydrolytiques des glucosides, et en particulier les mieux étudiées, celles qui exercent leur action sur les composés qui dérivent de l'union des hexoses avec les alcools ou les phénols, sont douées d'une activité élective; parmi les glucosides naturels ou synthétiques chacune fait un choix, dédoublant les uns, respectant les autres. Fischer a émis l'hypo-

---

([1]) Nous rappelons que Kobert (*Lehrbuch der Intoxikationen*, Stuttgart, 1893) a signalé dans *A. phalloides* et aussi dans divers autres Amanites dont *A. citrina*, la présence d'une toxalbumine (phalline), à laquelle il attribue les accidents souvent mortels dus à l'ingestion de ces champignons. A propos d'*A. muscaria*, il fait remarquer que l'intoxication provoquée par ce champignon se présente avec de tels symptômes qu'elle ne peut être entièrement expliquée par l'action de la muscarine. Les expériences poursuivies par l'un de nous sur cette question ont mis en évidence dans cette espèce la présence d'un produit toxique indépendant de la muscarine et présentant un certain nombre des caractères des toxalbumines.

([2]) *Voir* pour les détails des expériences le Mémoire inséré dans les *Annales de l'Institut Pasteur*, janvier 1903.

thèse que cette spécificité tenait à la constitution stéréochimique des substances actives, constitution qui serait en rapport avec celle des corps qu'elles sont capables d'attaquer.

» La stéréochimie d'un glucoside est définie : 1° par la nature du sucre dont il dérive ; 2° par la position α ou β de la molécule alcool ou phénol. Les conséquences logiques de l'hypothèse de Fischer devraient donc conduire à la loi suivante : *Chaque diastase limite son action aux dérivés d'un même sucre, et parmi ceux-ci aux homologues d'une même série α ou β.*

» Comme on ne sait ni séparer les uns des autres les divers ferments solubles, ni définir complètement un glucoside par des méthodes purement chimiques, les vérifications sont difficiles et ne peuvent être étendues au delà des diastases les plus communes : invertine, maltase, émulsine, lactase. Les premières recherches avaient abouti à des données un peu confuses, mais celles-ci se sont précisées par la suite, et, telles qu'elles résultent des derniers Mémoires de Fischer, Fischer et Lindner, etc., sont d'accord avec la loi énoncée plus haut, à deux exceptions près. Fischer admet en effet, d'une part, que la maltase hydrolyse, outre les *d*-glucosides de la série α, le méthyl-*d*-fructoside ; d'autre part, que l'émulsine hydrolyse, outre les *d*-glucosides de la série β, le méthyl-*d*-galactoside β et le sucre de lait, lequel est un galactoside aussi, puisque, sous l'action du brome à froid, il se transforme en acide lactobionique que les acides minéraux étendus dédoublent en galactose et acide gluconique.

» Je me suis proposé de reprendre ces deux points pour rechercher si les anomalies signalées sont apparentes ou réelles.

» Le *Schizo-Saccharomyces Octosporus* de Beijerinck, le *Mucor alternans* et le *Mucor mucedo*, qui font fermenter le maltose et le méthyl-*d*-glucoside α sans attaquer le saccharose, sont aussi sans action sur le méthyl-*d*-fructoside. Ces organismes, broyés à la molette avec du verre, cèdent ensuite à l'eau une solution de ferments qui dédouble le maltose, le méthyl-*d*-glucoside α, le glycérine-glucoside, mais laisse inaltérés le saccharose et le méthyl-*d*-fructoside. Il est donc certain que l'hydrolyse du maltose et des *d*-glucosides α d'une part, du méthyl-*d*-fructoside d'autre part, sont l'œuvre de deux ferments distincts.

» L'*Aspergillus niger* cultivé sur liquide Raulin normal (avec le saccharose pour aliment hydrocarboné) donne par simple macération dans l'eau chloroformée une solution de ferments qui dédouble l'amygdaline et les *d*-glucosides de la série β, mais laisse inaltérés les deux méthyl-*d*-galactosides et le sucre de lait. On ne peut donc attribuer à une seule et même diastase le dédoublement des galactosides et celui des *d*-glucosides β, l'attaque des premiers par l'émulsine doit être attribuée à la présence d'une lactase dans l'extrait d'amandes.

» Lorsque, sous une culture florissante d'*Aspergillus niger*, on introduit une solu-

tion de lactose ou de l'un des deux méthyl-*d*-galactosides, la plante brûle ces corps et son mycélium broyé peut ensuite céder à l'eau des ferments capables de dédoubler, selon le cas, le lactose et le méthyl-*d*-galactoside β (si c'est l'un de ces deux galactosides qui a été offert à la mucédinée) ou le méthyl-*d*-galactoside α, et qu'il conviendrait par conséquent d'appeler *d-galactase* β et *d-galactase* α.

» Les levures, ferments du lactose, connues sous les noms de *Levures de Duclaux, de Kayser, d'Adametz,* font fermenter le lactose et le méthyl-*d*-galactoside β; broyées, elles cèdent à l'eau une diastase qui dédouble ces deux galactosides.

» De ce qui précède, il résulte que, dans tous les cas où elle a pu être soumise au contrôle de l'expérience, la loi de Fischer, telle que nous l'avons énoncée, apparaît dégagée de toute contradiction. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *L'aldéhyde acétique dans le vieillissement et les altérations du vin.* Note de M. A. **Trillat**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai reconnu que l'alcool éthylique pur s'oxyde avec la plus grande facilité dans une foule de cas, pour fournir quelques millièmes d'aldéhyde acétique. C'est ainsi que l'aération de l'alcool, sa distillation pratiquée dans des récipients en cuivre, le contact avec des corps poreux comme le bois, sont des facteurs de cette oxydation. Bien plus, les mycodermes eux-mêmes semblent jouir des propriétés catalytiques des corps poreux et agissent comme agents d'oxydation. En faisant passer un courant d'air chargé d'alcool sur des matériaux inactifs imbibés des *mycoderma vini* et *aceti* et disposés dans un tube de 3^m de longueur, on constate, après quelque temps, l'apparition d'aldéhyde acétique dans le produit recueilli. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que la présence de cette aldéhyde ait été constatée de suite après les manipulations de la vinification.

» En suivant expérimentalement les transformations de cette aldéhyde, on peut établir la relation qui existe entre sa présence et les modifications dues au vieillissement. La formation des acétals étant, comme je l'ai démontré, concomitante de celle des aldéhydes, j'ai cherché à en déterminer la présence dans le vin, et j'ai pu les caractériser d'une façon certaine. La présence d'acétals a été en outre constatée dans cinq échantillons de vieux cognacs, et trois échantillons de *fins bois* à 46°. Or on connaît la grande puissance aromatique des acétals, propriété que j'ai déjà fait ressortir dans une étude sur ces corps (1). Il est donc rationnel d'admettre que le parfum du

---

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris,* 1894, p. 752 et 817. Le parfum de certains acétals est reconnaissable à une dose de $\frac{1}{10000}$.

vin soit constitué, pour une partie, par ces acétals ou leurs dérivés. L'existence des acétals doit donc désormais être admise comme partie constituante du bouquet des vins vieux.

» La formation des acétals s'effectue, comme dans le cas de la spirale de platine ou des corps poreux, en deux phases :

Première phase : Aldéhydification. $C^2H^5OH + O = C^2H^4O + H^2O$
Seconde phase : Acétalisation...... $2C^2H^5OH + C^2H^4O = C^2H^4(C^2H^5O)^2 + H^2O$

» Dans la première phase, l'aldéhydification s'opère sous diverses influences, notamment pendant la manipulation du vin. La deuxième a lieu sans intervention de l'air; elle se produit par exemple dans les bouteilles ou les tonneaux, et se trouve favorisée par la présence de certains agents de contact qui activent la réaction. J'ai donné un procédé de préparation d'acétals méthyléniques basés sur la présence d'une trace de perchlorure de fer (1); d'autres substances, comme le tanin, peuvent jouer le même rôle. Enfin, une oxydation plus avancée transforme les aldéhydes en acides correspondants : c'est la phase de l'éthérification.

» De plus, sous l'influence de certaines maladies, la teneur en aldéhyde acétique d'un vin augmente notablement. Je citerai comme exemples deux vins du Midi (Aramon) marquant 8°,50 et 9°, dont les teneurs en aldéhydes étaient respectivement $1^{mg},2$ et $1^{mg},7$ et qui, sous l'influence de *mycoderma vini*, dans un espace de cinq semaines, ont donné $2^{mg},5$ et $3^{mg},2$ d'aldéhyde. J'ajouterai que M. Rocques a trouvé de son côté (2) que la proportion d'aldéhyde dans un vin altéré avait presque triplé : cette augmentation en aldéhyde n'a rien d'anormal après le résultat des expériences que j'ai citées ci-dessus.

» Il est intéressant de remarquer qu'il ne s'est pas formé ici d'acétals; les aldéhydes libres doivent donc prendre une autre destination. Elles se portent sur la matière colorante du vin qu'elles précipitent; ou bien elles se polymérisent et se résinifient sous l'influence des sels minéraux. La précipitation ou la décoloration plus ou moins partielle ont eu lieu dans tous les cas étudiés précédemment. J'ai mis en évidence la propriété que possède l'aldéhyde méthylique de former une laque avec la matière colorante du vin (3); l'aldéhyde acétique agit de même, quoique plus lentement. Dans les échantillons de vin altéré que j'ai examinés, la précipitation de la matière correspondait à un excès d'aldéhyde libre; des faits analogues ont été observés par M. Martinand et plus récemment par M. Pottevin qui a fixé l'attention sur le rôle qu'ils peuvent jouer dans la production des diverses *casses*. De même, j'ai pu déterminer la présence d'une petite quantité d'aldéhydes libres dans un vieux vin tourné. Ce fait s'explique par la décomposition des acétals qui peuvent régénérer leurs matières premières à l'abri de l'air sous certaines influences, comme je l'ai démontré.

---

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1894, p. 752 et 817. Le parfum de certains acétals est reconnaissable à une dose de $\frac{1}{10000}$.

(2) *Annales de Chimie analytique*, 1902.

(3) *Comptes rendus*, 1893; *Bulletin de l'Association des chimistes en sucrerie*, 1895.

» Dans le cas de maladie de l'*amer* ce mécanisme semble un peu différent.

» Si l'on met en contact une solution très étendue d'aldéhyde acétique avec des sels alcalins ou alcalino-terreux, à très petite dose, on voit la solution jaunir peu à peu et acquérir un goût extrêmement amer. Certaines cendres de vin provoquent cette résinification particulière des aldéhydes. La rapidité avec laquelle a lieu cette action est proportionnelle à la quantité de potasse ou plutôt à l'alcalinité de la cendre soluble, ce que j'ai pu vérifier dans deux cas en opérant sur des cendres très alcalines provenant de vins de Bourgogne. Les solutions aldéhydiques, ($\frac{1}{20000}$), avaient pris une teinte jaune, elles avaient un goût d'amertume très prononcé. J'ai reconnu que les acétals en solution étendue étaient dissociés de la même manière quoique beaucoup plus lentement.

» L'addition d'aldéhyde acétique dans un vin pauvre en alcool et en tanin dépourvu d'acides, mais relativement riche en sels alcalins, précipite la matière colorante, et donne à la longue un produit amer analogue à celui de l'exemple précédent. Dans les échantillons que j'ai examinés, je n'ai pas constaté la présence de l'aldéhyde, mais sa disparition. On peut donc supposer que l'amertume du vin est due à une résinification spéciale des aldéhydes et des acétals du vin, qui se produit quand sa composition a déjà subi une profonde modification.

» L'aldéhyde acétique semble donc jouer un rôle important dans les diverses modifications du vin, qu'il s'agisse de son vieillissement ou de son altération. Le vieillissement correspond à une oxydation normale des alcools du vin, c'est-à-dire à la formation d'aldéhydes, à leur acétalisation et à leur éthérification. Sous l'influence de certaines maladies, la proportion d'aldéhydes augmente : selon les circonstances, elles forment une combinaison insoluble avec la matière colorante du vin, ou sont résinifiées par les sels minéraux du vin. »

BACTÉRIOLOGIE. — *Puissance bactéricide comparative de l'arc électrique au fer et de l'arc ordinaire*. Note de MM. **Alfred Chatin** et **S. Nicolau**, présentée par M. Joannes Chatin.

« Depuis les travaux de Bang, on a utilisé l'arc électrique au fer pour les applications photothérapiques. Cet arc est extrêmement riche en radiations actiniques; nous avons cherché à déterminer son intensité bactéricide sur une série de cultures microbiennes, sporulées ou non; comparativement, nous avons fait agir sur les mêmes espèces les radiations fournies par un arc électrique ordinaire de même intensité et en restant dans des conditions d'expérience identiques.

» Nous avons employé, pour nos essais, l'appareil photothérapique de Broca-Chatin à charbons métalliques sans réfrigérant, qui fonctionne à

l'hôpital Saint-Louis; nous nous sommes placés à la distance exacte et avons utilisé l'intensité photochimique à laquelle sont soumis les malades atteints de lupus ou d'autres maladies cutanées.

» *Technique générale.* — A la surface de l'agar-agar étendu dans des boîtes de Petri, nous avons ensemencé en couche mince, avec le bout d'une baguette de verre stérilisée, des cultures fraîches (datant de 48 heures) de différents microbes. Les ensemencements ont été faits en stries parallèles qui s'entrecroisaient dans deux sens différents, de manière à décrire à la surface du milieu de culture un quadrillage régulier.

» Les plaques ainsi ensemencées ont été exposées directement (sans couvercle) à $0^m,12$ de distance du foyer lumineux d'une lampe à arc, alimentée par un courant de 18 ampères sous 110 volts.

» Les faisceaux lumineux traversaient un diaphragme métallique dont l'orifice avait $0^m,03$ de diamètre; de cette façon leur action ne s'exerçait que sur une partie circulaire au centre de la plaque de Petri; le reste de la surface ensemencé, soustrait à l'action des radiations, servait de témoin.

» CHARBONS A ALLIAGE DE FER. *Staphylocoque doré.* — Après une exposition de 12 secondes, les plaques restent absolument stériles, sur toute la zone qui a subi l'action de la lumière. En dehors de cette zone, c'est-à-dire à la périphérie de la plaque, le développement de la culture est tout à fait normal.

» *B. pyocyanique.* — Se comporte de la même manière.

» *B. de la diphtérie.* — Les plaques restent stériles après une exposition de 15 secondes; après 12 secondes il se développe quelques rares colonies, isolées, bien que l'ensemencement ait été fait en stries, sans solution de continuité.

« *B. coli communis.* — Les plaques ne sont complètement stérilisées dans la zone actionnée qu'après une exposition de 25 secondes.

» *B. anthracis.* — Provenant d'une culture très sporulée; ensemencée dans les mêmes conditions que les microbes précédents, la culture ne reste stérile qu'après une exposition de 1 minute.

» *B. de la tuberculose.* — Les bacilles tuberculeux provenant d'une culture en bouillon glycériné ont été stérilisés après une exposition de 25 secondes.

» CHARBONS ORDINAIRES. — Nous avons suivi la même technique générale que dans le cas précédent.

» *Staphylocoque doré.* — Les plaques ne sont stérilisées complètement qu'après une exposition de 4 minutes.

» *B. pyocyanique.* — Après 3 minutes.

» *B. de la diphtérie.* — Après 4 minutes.

» *B. coli communis.* — Après 5 minutes.

» *B. de la tuberculose.* — Après 3 minutes et 30 secondes.

» *B. anthracis.* — En culture sporulée, après 4 minutes et 30 secondes.

» Il est à remarquer que les résultats mentionnés ne se rapportent qu'à l'action des rayons en surface et sur des ensemencements faits en couche mince. L'action en profondeur pour les temps mentionnés est nulle; toutes les radiations actiniques bactéricides de courte longueur d'onde sont arrêtées par l'agar-agar, car si, au milieu de la

plaque, en même temps que l'ensemencement en surface, on fait un ensemencement par piqûre dans la profondeur du milieu, les microbes se développent parfaitement dans la profondeur tandis que la surface reste stérile.

» Dans le même ordre d'idées, nous avons essayé de voir l'action des rayons sur une couche microbienne ayant une certaine épaisseur.

» Des cultures sur plaques du *bacillus coli* datant de 2 jours et ayant une épaisseur de 2^{mm} en moyenne n'ont pas été stérilisées après une exposition de 10 minutes; après 15 minutes, le réensemencement donne seulement quelques colonies discrètes : il y a donc action bactéricide, mais elle reste très limitée.

» Le verre comme l'agar empêche l'action bactéricide en arrêtant les radiations de courte longueur d'onde; une culture sur plaque, de *coli communis*, exposée pendant 15 minutes aux rayons à travers le verre du couvercle, n'a nullement été influencée dans sa vitalité. Réensemencés dans des tubes d'agar, les microbes ont poussé normalement.

» En examinant sous l'objectif du microscope les modifications que la lumière imprime aux microbes mobiles (nous avons choisi le *coli* pour nos expériences), on voit que, après quelques secondes, leurs mouvements se ralentissent; ils s'agglutinent en petits groupes, puis, après 15 secondes, les mouvements s'arrêtent complètement. Il n'y a pas encore bactériolyse, car leur affinité pour les couleurs d'aniline n'est pas perdue.

» Drossbach, étudiant l'arc électrique, lui dénie tout pouvoir bactéricide; il prétend que, lorsqu'on observe une action empêchante, elle est due uniquement à une action calorifique. Or, dans les résultats que nous avons obtenus, on ne peut les attribuer à la chaleur d'aucune façon :

» Tout d'abord parce que l'action bactéricide des charbons au fer, qui ne dégagent presque pas de chaleur, s'est montrée beaucoup plus intense qu'avec les charbons ordinaires qui produisent un nombre considérable de radiations calorifiques.

» La distance à laquelle nous avons exposé nos cultures, qui est la même que celle à laquelle sont placés les malades soumis au traitement photothérapique, et la courte durée de l'exposition excluent également l'action de la chaleur.

» Enfin, la preuve décisive est tirée de la manière dont se sont comportés les microbes sporulés, dont les spores résistent à des températures très élevées; or ils se sont comportés (avec de très légères différences) comme les microbes non sporulés. Par conséquent l'action bactéricide doit être rapportée uniquement aux rayons chimiques.

Tableau comparatif de la puissance bactéricide des deux arcs :

	Charbons au fer.	Charbons ordinaires.
Staphylocoque doré, stérilisé en	12^s	4^m
Pyocyanique »	12^s	3^m
Coli communis »	25^s	5^m
Diphtérie »	15^s	4^m
Tuberculose »	25^s	$3^m 30^s$
Anthracis »	1^m	$4^m 30^s$

» En examinant ce Tableau comparatif, nous pouvons donc conclure que l'arc au fer a une puissance bactéricide 20 fois supérieure à celle de l'arc ordinaire pour le staphylocoque doré, 15 fois pour le pyocyanique, 12 fois pour le coli bacille, 16 fois pour le bacille de Lœfler, 8,4 fois pour le bacille de Koch et 4,5 fois pour le bacille sporulé du charbon. »

TOXICOLOGIE. — *Recherches sur la toxicité du Ksopo ou Tanghin de Menabe (poison des Sakalaves).* Note de M. **Lucien Camus**, présentée par M. Guignard.

« Dans une Communication récente [1] M. E. Perrot a décrit les caractères morphologiques et histologiques d'une plante vue antérieurement une seule fois par Baillon, et classée dans les Asclépiadées sous le nom de *Menabea venenata*. Les Sakalaves appellent cette plante *Ksopo*, et sa racine, d'après les renseignements fournis par le Dr Lasnet, serait extrêmement toxique. Grâce aux envois de M. Prudhomme, directeur de l'Agriculture à Madagascar, M. Perrot a pu préparer une certaine quantité d'extrait alcoolique de racines; c'est cet extrait qui m'a servi dans les recherches suivantes.

» Sec et pulvérisé, l'extrait est une poudre jaunâtre, très amère, un peu odorante, hygrométrique et suffisamment soluble dans l'eau salée physiologique et dans l'eau distillée pour être employée en solution à 0,5 et à 1 pour 100. C'est de ces solutions fraîchement préparées que j'ai fait usage.

» *Toxicité du Ksopo chez le lapin.* — La dose minima mortelle en injection intra-vasculaire est voisine de 0g,008 par kilogramme. Sur 18 lapins injectés 2 ont reçu 0g,005 par kilogramme, 2 autres 0g,006; 6 autres 0g,007; 4 autres 0g,008, et enfin les 4 derniers 0g,010. Tous ceux qui ont reçu 0g,008 et 0g,010 sont morts en 45 minutes en moyenne; 2 seulement sont morts avec 0g,007, l'un en 1 heure 20 minutes, l'autre en 10 jours; un est mort en 46 heures avec 0g,006, tous les autres ont survécu. En injection sous-cutanée la toxicité est un peu moindre; en effet, sur 4 animaux ayant reçu 0g,008, deux ont survécu et deux sont morts après 1 heure 45 minutes.

» Les symptômes présentés par les animaux sont les suivants : peu après l'injection, et plus rapidement si le poison a été injecté dans les veines que s'il a été injecté sous la peau, l'animal fait quelques mouvements de mastication, accompagnés quelquefois

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 3 février 1902, p. 303-306.

de déglutitions bruyantes, puis il incline la tête en avant et pose le nez sur le sol; enfin il s'allonge peu à peu et couche sa tête sur le côté; il semble dormir; à l'occasion d'un bruit soudain il peut redresser la tête et se relever, mais bientôt il revient à sa position en se laissant glisser sur le sol. Si on l'excite plus fortement en le pinçant, il se déplace, mais ses mouvements deviennent progressivement moins réguliers; un frisson parcourt les muscles : quand ils se contractent un certain degré d'impotence se manifeste et à peine est-il au repos que ses membres s'écartent latéralement, surtout les pattes antérieures. L'impotence devient bientôt complète, l'animal ne peut plus marcher, ni même se tenir sur les pattes, mais il a conservé sa sensibilité, il réagit à chaque excitation en essayant de redresser la tête, et sa pupille, qui est rétrécie quand il sommeille, se dilate passagèrement; on voit ainsi la sensibilité persister jusqu'au moment de la mort. La respiration est peu modifiée sauf dans les derniers instants. Le cœur se ralentit, devient extrêmement lent et présente certaines irrégularités au moment de la mort. Quelques légers mouvements convulsifs se produisent quand l'animal va mourir, la respiration s'arrête, la pupille se dilate pendant que le cœur continue à battre; enfin le cœur cesse de battre et, quelques instants après la mort, la pupille se rétrécit. Quand la dose injectée est une dose voisine de la dose mortelle, la phase de paralysie se prolonge quelquefois pendant plusieurs jours, l'animal paralysé s'alimente en restant allongé, puis peu à peu il recouvre l'usage de ses membres et finit par se rétablir complètement; si la dose injectée est une dose mortelle limite, l'animal peut succomber après plusieurs jours sans que la paralysie ait disparu; cependant, en général, quand, à la suite d'une injection intra-veineuse, l'animal n'a pas succombé pendant la première heure, et si les symptômes ne s'aggravent pas immédiatement, il a beaucoup de chances de se rétablir.

» *Toxicité du Ksopo chez le chien.* — Le chien est plus sensible que le lapin à ce poison, il succombe à la suite d'une injection de 0g,005 par kilog et parfois à des doses moindres, 0g,004 et même 0g,003 par kilog.

» Le symptôme dominant au début de l'intoxication est le vomissement; il apparaît très rapidement et a une grande persistance. Ce sont d'abord des vomissements alimentaires, si l'animal a mangé depuis peu; il rejette ensuite un liquide spumeux blanc de plus en plus visqueux et teinté en jaune par la bile; progressivement ces vomissements deviennent plus pénibles et ne se produisent plus qu'à la suite de violents efforts; on en observe en moyenne une quinzaine au cours de l'intoxication. La salivation est quelquefois abondante et la salive s'écoule hors de la gueule.

» L'animal, épuisé par ces vomissements, se couche et reste allongé, sa respiration est peu modifiée, sauf au moment des vomissements; son cœur change de rythme, il s'accélère quelquefois passagèrement, mais il se ralentit très habituellement et devient irrégulier, les pulsations se font par groupes de 2, 3 ou 4 et sont suivies de longues poses; dans les derniers instants qui précèdent la mort, il n'est pas rare de voir le rythme cardiaque suivre celui de la respiration, 2 ou 3 pulsations accompagnant chaque respiration. Quand, après les crises de vomissement, l'animal n'est pas dérangé, il devient somnolent et sa pupille se rétrécit; dans cette phase de l'intoxication les mouvements provoqués sont mal coordonnés, ils s'accompagnent de tremblements, enfin la paralysie apparaît. Toujours l'intelligence et la sensibilité sont conservées jusqu'au moment de la mort. L'approche de la mort est souvent annoncée par la modi-

fication du rythme respiratoire, par la faiblesse de la pulsation fémorale qui devient imperceptible et enfin par une petite attaque convulsive qui accompagne l'arrêt du cœur. Peu après se produisent 2 ou 3 respirations agoniques. A l'autopsie, on est frappé surtout par la congestion intense du poumon, du foie et du pancréas, le cœur est mou et dilaté, il peut secondairement se rétracter.

» L'extrait alcoolique de Ksopo est donc un poison violent, notablement plus toxique chez le chien que chez le lapin. Chez ces animaux, comme chez la grenouille dont j'ai étudié l'intoxication, l'action toxique se manifeste sur différents appareils, mais elle agit d'une façon prédominante sur le système nerveux et sur le cœur.

Est-ce à une seule substance que sont dues ces différentes actions? C'est ce que j'étudierai lorsque les recherches chimiques entreprises par M. Béhal seront terminées. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *L'origine des perles chez le* Mytilus gallo-provincialis. Note de M. **Raphaël Dubois.**

« En 1894, M. le baron d'Hamonville signalait le premier (1) la présence de moules perlières à Billiers (Morbihan), mais sans pouvoir déterminer la cause de ce phénomène. Au mois d'août 1901, je me rendis dans cette localité et je constatai que la formation des perles était due à la présence d'un distome parasite de *Mytilus edulis*. Les résultats de mes observations furent consignés dans les *Comptes rendus* du 14 octobre 1901, après avoir été l'objet d'une Communication au Congrès de l'Association pour l'avancement des Sciences, à Ajaccio. A ce propos, M. E. Seurat, dans une Note présentée à l'Académie le 4 novembre 1901, a écrit que j'avais *réédité* des observations faites en 1871 par Gardner. Je ne connaissais pas les observations de cet auteur, sans quoi je n'aurais pas manqué de signaler le travail de Gardner. En somme, ce que ce dernier avait vu en Angleterre en 1871, je l'ai retrouvé en Bretagne en 1901. Quelques jours après mon départ de Billiers, M. Syster Jameson, de Londres, est venu dans la même localité et a confirmé le fait observé par Gardner et par moi. Ce n'est pas une *réédition*, mais une confirmation nouvelle, qui établit définitivement que les perles de *Mytilus edulis* sont bien produites par un distome parasite.

» En est-il de même dans les autres espèces de Mytilus et particuliè-

(1) *Bull. de la Soc. zool. de France*, 1894, p. 140.

rement pour la moule comestible de la Méditerranée, *Mytilus gallo-provincialis*? Il s'agit non seulement d'une autre espèce, mais encore d'un animal dont l'habitat et les conditions de milieu sont très différents. Les échantillons de moules perlières que j'ai rencontrés sur le littoral provençal permettent de répondre affirmativement. Dans les bouches du Rhône particulièrement, j'ai trouvé de nombreux échantillons de *Mytilus gallo provincialis* renfermant de petites perles manifestement produites par un distôme, qui n'est pas identique à celui de *Mytilus edulis*, mais s'en rapproche beaucoup. Je me propose d'en donner autre part la description.

» D'après cette observation nouvelle, on serait tenté de généraliser la théorie parasitaire de Filippi. Pourtant j'ai trouvé dans des *Anodonta Cygnœa* du lac de Racomeigi, qui m'avaient été envoyées par ordre de S. M. le roi d'Italie, de toutes petites perles naissantes sans aucune trace d'un parasite quelconque. Il y a donc lieu de faire, avec certains auteurs, quelques réserves sur la généralité de la théorie parasitaire. »

M. le Capitaine du Génie **J. Vernier** adresse à l'Académie une « Note au sujet des circonstances de la destruction de la ville de Saint-Pierre, le 8 mai 1902 ».

(Renvoi à la Commission des Antilles.)

M. **Saignes** adresse une Note relative à un procédé de préparation de la solution d'hypobromite de soude.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 janvier 1903.

Analyse infinitésimale à l'usage des ingénieurs, par Eugène Rouché, Membre de l'Institut, et Lucien Lévy; Tome II. *Calcul intégral :* Intégrales indéfinies et définies; séries de Fourier; fonctions elliptiques; équations différentielles ordinaires et aux

dérivées partielles; calcul des variations. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Rouché. Hommage des auteurs.)

Bégaiement et autres maladies fonctionnelles de la parole, par le Dr CHERVIN; 3e édition. Paris, s. d.; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Brouardel. Hommage de l'auteur.)

Traité de Sylviculture : Principales essences forestières, précédées de notions de statistique forestière, par P. MOUILLEFERT; avec 92 planches contenant 630 figures. Paris, Félix Alcan, 1903; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

L'arco elastico senza cerniere, Memoria del socio CAMILLO GUIDI, con 6 tavole. Turin, Carolo Clausen, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Maurice Levy. Hommage de l'auteur.)

International catalogue of scientific litterature; first annual issue, 1902 : B. *Mechanics;* C. *Physics,* part I; F. *Meteorology.* Londres, Harrisson et fils, 1902; 3 vol. in-8°. (Ouvrage souscrit par l'Académie des Sciences.)

La legge del sistema planetario, l'armonia del moto dei suoi corpi, GIUSEPPE BORREDON. Naples, 1902; 1 fasc. in-8°.

Die endgültige Lösung des Flugproblems, durch EMIL NEMETHY; mit 3 in den Text gedruckten Abbildungen und einer Figurentafel. Leipzig, J.-J. Weber.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 5 janvier 1903.)

Note de M. le Colonel *Laussedat,* De l'emploi du stéréoscope en Topographie et en Astronomie :

Page 27, lignes 25 et 26, *au lieu de* près d'un milliard de kilomètres, *lisez* près de trois cents millions de kilomètres.

Note de M. *Philippson,* Contribution à l'étude des réflexes locomoteurs :

Page 61, ligne 33, *au lieu de* réflexion, *lisez* extension.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JANVIER 1903,

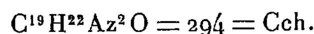
PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les alcaloïdes du quinquina : cinchonine, cinchonidine et cinchonamine;* par MM. **Berthelot** et **Gaudechon**.

C. — CINCHONINE.



$C^{19}H^{22}Az^2O = 294 = Cch.$

« Cinchonine cristallisée, séchée à 105°.

» *Chaleur de combustion :* pour 1g : $8652^{cal},5$ (3 expériences).

» Pour le poids moléculaire : $2543^{Cal},3$ à volume constant; $2546^{Cal},2$ à pression constante.

» *Formation par les éléments :* $+4^{Cal},7$.

» Les formules brutes de la quinine et de la cinchonine diffèrent par les éléments $C + H^2 + O$. Mais la constitution de ces deux alcalis est trop mal connue pour qu'il soit possible d'établir entre eux un lien de genèse de quelque probabilité. En fait, leur chaleur de formation par les éléments diffère de

$$50^{Cal},5 - 4^{Cal},7 = 45^{Cal},2.$$

» Peut-être serait-il permis d'observer que la différence homologue CH^2 répond en général à une valeur voisine de 5^{Cal} à 6^{Cal} et que l'addition d'un atome d'oxygène, avec détermination d'une fonction alcoolique (substitution H par l'hydroxyle), par exemple la transformation d'un acide en acide alcool, dégage de 40^{Cal} à 45^{Cal} environ [1] : la somme de ces deux effets

---

[1] Thermochimie : *Données et lois numériques,* t. I, p. 641.

répond à un chiffre voisin de 50^{Cal}. De même l'addition de CH^2O à un alcool, avec adjonction d'une seconde fonction alcoolique, dégage en moyenne 52^{Cal} (1). Toutes ces valeurs sont voisines des 45^{Cal}, qui caractérisent la différence entre la cinchonine et la quinine. Ce sont là des indices, qui peuvent mettre sur la trace des relations constitutionnelles entre les deux alcaloïdes.

» Soit maintenant la saturation de la cinchonine par les acides.

» *États multiples de la cinchonine :*

Cch anhydre + SO^4H^2 étendu, à 17°,5 .... $+15^{Cal},9$

» La liqueur a été précipitée par 2KOH, et le précipité redissous ensuite dans SO^4H^2 étendu;

ce qui a fourni .... $+16^{Cal},2$,

valeur qui ne se distingue pas de la précédente. La cinchonine récemment précipitée aurait donc le même état que la cinchonine cristallisée.

» *Chaleur de neutralisation :*

» État dissous des sels.

» Chlorhydrate.

Cch + 2HCl étendu, à 12° .... $+13^{Cal},15$ (mesure directe)
Cch + HCl étendu .... $+7^{Cal},15$ (calculée)

» La dernière valeur calculée d'après les observations suivantes :

Cch, HCl solide + eau, à 11° .... $-2^{Cal},0$
» + HCl étendu .... $+4^{Cal},0$

» On a encore :

» *Hydrates :*

Cch, HCl + $2H^2O$ liq., à 11° = Cch, HCl, $2H^2O$ cristallisé .... $+1^{Cal},8$;

» D'après la différence des chaleurs de dissolution dans l'eau.

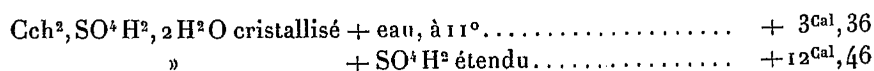
» *Sulfates :*

Cch + SO^4H^2 étendu, à 17°,5, sel dissous .... $+15^{Cal},9$
Cch + $\frac{1}{2}SO^4H^2$ étendu .... $+11^{Cal},35$

---

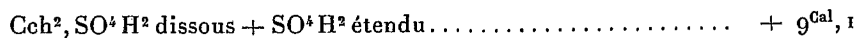
(1) Thermochimie : *Données et lois numériques*, t. I, p. 514.

Le premier nombre mesuré directement; le second calculé d'après les observations suivantes :



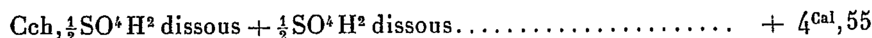
$Cch^2, SO^4H^2, 2H^2O$ cristallisé + eau, à 11° .... $+ 3^{Cal},36$
» + SO^4H^2 étendu .... $+12^{Cal},46$

d'où résulte



Cch^2, SO^4H^2 dissous + SO^4H^2 étendu .... $+ 9^{Cal},1$

c'est-à-dire



$Cch, \frac{1}{2}SO^4H^2$ dissous + $\frac{1}{2}SO^4H^2$ dissous .... $+ 4^{Cal},55$

» Comparons les valeurs relatives à la neutralisation de la cinchonine aux valeurs relatives à la quinine. Pour le chlorhydrate de quinine, dans l'état dissous, nous avons trouvé : 16,2 et 9,9; valeurs supérieures aux chiffres obtenus pour la cinchonine : 13,15 et 7,5; les excès étaient respectivement : 3,05 et 2,4.

» D'autre part, pour le sulfate de quinine, on a observé



$Qn + SO^4H^2$, à l'état dissous .... $+18^{Cal},7$

tandis qu'avec la cinchonine :

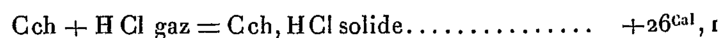


$Cch + SO^4H^2$ étendu .... $+15^{Cal},9$

l'écart + 2,8 correspond à celui des dichlorhydrates. Entre les deux sulfates de quinine, l'écart à l'état dissous n'a pas été mesuré; mais, entre les deux sulfates de cinchonine dissous, nous avons trouvé : $4^{Cal},55$, écart analogue à celui des deux chlorhydrates, 5,65.

» Tous ces résultats concordent pour indiquer que la cinchonine paraît être une base un peu plus faible que la quinine.

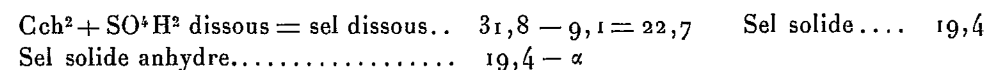
» Venons à la comparaison des sels, dans l'état solide qui présente un caractère plus général,



$Cch + HCl$ gaz $= Cch, HCl$ solide .... $+26^{Cal},1$

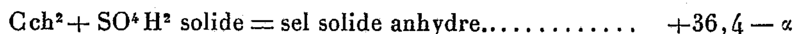
valeur inférieure à 29,3 pour la quinine.

» Quant au sulfate de cinchonine, nous n'avons pas d'observations pour l'état anhydre. Mais pour le sulfate hydraté, $Cch^2, SO^4H^2, 2H^2O$ cristallisé, on déduit des chiffres donnés plus haut :



$Cch^2 + SO^4H^2$ dissous = sel dissous.. $31,8 - 9,1 = 22,7$ Sel solide.... 19,4
Sel solide anhydre.................. $19,4 - \alpha$

et par conséquent

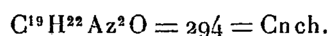


$$Cch^2 + SO^4H^2 \text{ solide} = \text{sel solide anhydre} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +36,4 - \alpha$$

cette valeur est inférieure à $+37^{Cal},9$ observée pour la quinine.

» Observons en passant que la déshydratation du sulfate de cinchonine est fort difficile.

D. — CINCHONIDINE.



$$C^{19}H^{22}Az^2O = 294 = Cnch.$$

» Isomère de la cinchonine.

» 1. *Combustion, corps cristallisé.* — Pour 1^{gr} : $8651^{cal},5$ (2 expériences).

Pour le poids moléculaire... $2543^{Cal},6$ à vol. const. $2545^{Cal},9$ à press. const.

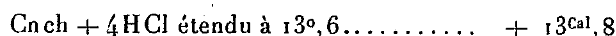
» La cinchonine a donné : $2546^{cal},2$, à pression constante, sensiblement la même valeur.

» 2. *Formation par les éléments :* $+4^{Cal},95$;

» La cinchonine : $+4^{Cal},7$. C'est la même valeur sensiblement.

» Les deux isomères ont donc la même chaleur de combustion et, par conséquent, la même chaleur de formation.

» 3. *États multiples :*

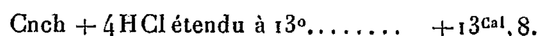


$$Cnch + 4HCl \text{ étendu à } 13°,6 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +13^{Cal},8$$

» Cnch dissoute dans 4HCl étendu, précipitée par 4KOH étendue, redissoute dans 4HCl étendu à 16°,7 : $+14^{Cal},0$.

» C'est la même valeur, dans les limites d'erreur.

» *Chlorhydrates :*



$$Cnch + 4HCl \text{ étendu à } 13° \ldots\ldots\ldots \quad +13^{Cal},8.$$

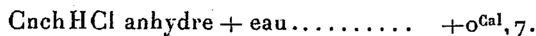
» Valeur applicable à 2HCl.



$$Cnch + HCl \text{ étendu} \ldots\ldots\ldots \quad +9^{Cal} \text{ environ.}$$

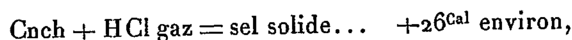
» Ce sont à peu près les mêmes chiffres que pour la cinchonine.

» De même avec $Cnch + 2SO^4H^2$, à 13°, la cinchonidine cristallisée et la base récemment précipitée ont fourni sensiblement les mêmes chiffres, soit $+16^{Cal}$ environ à 13°.



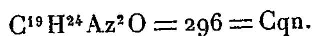
$$CnchHCl \text{ anhydre} + \text{eau} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +0^{Cal},7.$$

» D'où résulte


$$\text{Cnch} + \text{HCl gaz} = \text{sel solide}\ldots \quad +26^{\text{Cal}} \text{ environ,}$$

même valeur que pour la cinchonine.

E. — CINCHONAMINE.


$$C^{19}H^{24}Az^{2}O = 296 = \text{Cqn}.$$

» 1. *Combustion :* 1^{g} : $8763^{cal},2$ (2 expériences).

Pour le poids moléculaire...... $2593^{Cal},9$ à vol. const.; $2596^{Cal},5$ à pres. const.

» 2. *Formation par les éléments :* $+23^{Cal},4$.

» La formule diffère de celle de la cinchonine par H^2 en plus. La fixation de H^2 répondrait donc à $23,4 - 4,7 = 18^{Cal},6$, valeur de l'ordre de grandeur de la chaleur dégagée par l'hydrogénation des divers aldéhydes changés en alcool (¹) (alcool benzylique $+15,4$; alcool campholique $+17,0$; glucose en mannite $+17,7$, etc.).

» 3. La chaleur de formation des sels n'a pu être déterminée avec une exactitude suffisante, à cause de leur très petite solubilité.

» *État solide.* — En raison de cette circonstance, nous avons opéré par la combustion des sels, et déduit des résultats les chaleurs de formation des sels anhydres. Quoique cette méthode soit assurément moins précise, les valeurs se déduisant de nombres trente fois plus grands, nous donnerons les résultats observés sous toutes réserves.

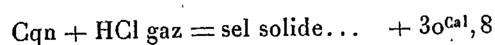
» *Chlorhydrate :*

» Cqn, HCl. — Pour 1^{g} : $7760^{cal},9$ (3 expériences).

» D'où pour le poids moléculaire : $2580^{cal},5$ à vol. const.; $2583^{cal},1$ à pression constante.

» *Formation par les éléments :* $+76^{Cal},2$.

» Ce qui donnera pour


$$\text{Cqn} + \text{HCl gaz} = \text{sel solide}\ldots \quad +30^{Cal},8$$

» Valeur comparable à la formation du chlorhydrate de quinine solide : $+29,3$.

» *Azotate :*

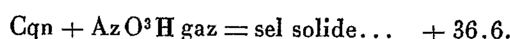
» Cqn. $AzO^{3}H$. Pour 1^{g} : combustion (2 expériences), 7127^{cal}.

(¹) Thermochimie : *Données et lois numériques*, t. I, p. 577.

» Pour le poids moléculaire : 2558,6 à vol. const., —2560,2 à pr. const.

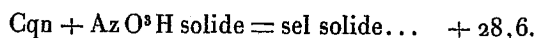
» Formation par les éléments : + 94,2.

» Ce qui donne



$$\text{Cqn} + \text{Az}\,\text{O}^3\text{H gaz} = \text{sel solide}\ldots\quad +36{,}6.$$

» Valeur comparable à la formation du chlorhydrate. On a encore



$$\text{Cqn} + \text{Az}\,\text{O}^3\text{H solide} = \text{sel solide}\ldots\quad +28{,}6.$$

» Ces chiffres, sans avoir une signification absolue, donnent cependant une idée de l'ordre de grandeur de la chaleur de formation des sels de cinchonamine. Ils sont comparables aux résultats obtenus avec la quinine et d'une grandeur peu éloignée de ceux des chlorhydrate et azotate d'ammoniaque : surtout si l'on envisage l'ammoniaque à l'état solide, pour rendre les comparaisons plus étroites. »

CINÉMATIQUE. — *Sur quelques fonctions et vecteurs de point dans le mouvement d'un fluide.* Note de M. **Paul Appell.**

« I. Dans l'étude analytique du mouvement d'un fluide ou d'un milieu continu quelconque, il importe de mettre en évidence les fonctions et les vecteurs qui, à chaque instant t, ont, dans chaque particule fluide, une valeur indépendante du choix des axes; on peut, en étendant un peu une expression de Lamé, appeler ces fonctions et ces vecteurs des *fonctions* et des *vecteurs de point*.

» On doit considérer d'abord les fonctions et vecteurs de point qui sont formés avec les projections u, v, w de la vitesse d'une particule et les dérivées de u, v, w par rapport à x, y, z : ces fonctions et vecteurs pourront être classés d'après l'ordre des dérivées partielles en x, y, z qui y figurent. Viennent ensuite les fonctions et vecteurs de point formés avec la vitesse (u, v, w) et l'accélération (u', v', w') d'une particule, et contenant dans leurs expressions les dérivées partielles de u, v, w, u', v', w' par rapport à x, y, z; ces fonctions et vecteurs sont des sortes d'invariants simultanés de la vitesse et de l'accélération relativement à un changement d'axes. Et ainsi de suite.

» On sait, d'après un Mémoire de M. Heinrich Burckhardt (*Nachrichten der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen* et *Mathematische Annalen*, 1893), former systématiquement, en partant de fonctions

et de vecteurs de point donnés dans un champ quelconque, toutes les fonctions et tous les vecteurs de point qui s'en déduisent.

» Si nous portons notre attention sur une fonction de point déduite de la vitesse, la valeur de cette fonction dans une particule fluide déterminée sera une fonction du temps t et sa dérivée totale, par rapport à t, s'exprimera par une somme de deux termes, dont le premier est un invariant simultané de la vitesse et de l'accélération et dont le second est une fonction de point dépendant de la vitesse. Un fait analogue a lieu pour la dérivée géométrique totale par rapport au temps, d'un vecteur de point dépendant de la vitesse et de ses dérivées partielles en x, y, z.

» II. Comme exemple de formules obtenues par cette méthode, nous indiquerons ici le type des formules auxquelles conduit la considération de *fonctions de point contenant les seules dérivées premières des composantes u, v, w de la vitesse par rapport à x, y, z.*

» D'après les notations bien connues, de la théorie de l'élasticité, nous posons

$$(1)\quad \begin{cases} \varepsilon_1 = \dfrac{\partial u}{\partial x}, & \varepsilon_2 = \dfrac{\partial v}{\partial y}, & \varepsilon_3 = \dfrac{\partial w}{\partial z}, \\ \gamma_1 = \dfrac{\partial w}{\partial y} + \dfrac{\partial v}{\partial z}, & \gamma_2 = \dfrac{\partial u}{\partial z} + \dfrac{\partial w}{\partial x}, & \gamma_3 = \dfrac{\partial v}{\partial x} + \dfrac{\partial u}{\partial y}, \\ 2\xi = \dfrac{\partial w}{\partial y} - \dfrac{\partial v}{\partial z}, & 2\eta = \dfrac{\partial u}{\partial z} - \dfrac{\partial w}{\partial x}, & 2\zeta = \dfrac{\partial v}{\partial x} - \dfrac{\partial u}{\partial y}; \end{cases}$$

on sait que les quantités ξ, η, ζ sont les projections du vecteur tourbillon Ω relatif au point $P(x, y, z)$.

» Nous considérons alors les six fonctions de point fondamentales suivantes :

$$(2)\quad \begin{cases} \theta = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3, \\ \delta = \gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \gamma_3^2 - 4(\varepsilon_2\varepsilon_3 + \varepsilon_3\varepsilon_1 + \varepsilon_1\varepsilon_2), \\ \varkappa = 4\varepsilon_1\varepsilon_2\varepsilon_3 + \gamma_1\gamma_2\gamma_3 - \varepsilon_1\gamma_1^2 - \varepsilon_2\gamma_2^2 - \varepsilon_3\gamma_3^2, \\ \Omega^2 = \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2, \\ \varphi = \varepsilon_1\xi^2 + \varepsilon_2\eta^2 + \varepsilon_3\zeta^2 + \gamma_1\eta\zeta + \gamma_2\zeta\xi + \gamma_3\xi\eta, \\ \psi = (4\varepsilon_2\varepsilon_3 - \gamma_1^2)\xi^2 + (4\varepsilon_3\varepsilon_1 - \gamma_2^2)\eta^2, \\ \qquad + 4(\varepsilon_1\varepsilon_2 - \gamma_3^2)\zeta^2 + 2(\gamma_2\gamma_3 - 2\varepsilon_1\gamma_1)\eta\zeta \\ \qquad + 2(\gamma_3\gamma_1 - 2\varepsilon_2\gamma_2)\zeta\xi + 2(\gamma_1\gamma_2 - 2\varepsilon_3\gamma_3)\xi\eta. \end{cases}$$

» La dérivée totale de chacune de ces fonctions s'exprime par une

fonction de point composée avec la vitesse et l'accélération, *suivie d'un polynome entier en* θ, δ, $\varkappa$, Ω^2, φ et ψ.

» Pour écrire ces formules il est commode d'introduire les quantités $\varepsilon'_1, \ldots, \gamma'_1, \ldots, \xi'_1, \ldots$, déduites du vecteur accélération u', v', w' comme les quantités (1) le sont du vecteur vitesse :

$$(3) \quad \begin{cases} \varepsilon'_1 = \dfrac{\partial u'}{\partial x}, & \varepsilon'_2 = \dfrac{\partial v'}{\partial y}, & \varepsilon'_3 = \dfrac{\partial w'}{\partial z}, \\ \gamma'_1 = \dfrac{\partial w'}{\partial y} + \dfrac{\partial v'}{\partial z}, & \gamma'_2 = \dfrac{\partial u'}{\partial z} + \dfrac{\partial w'}{\partial x}, & \gamma'_3 = \dfrac{\partial v'}{\partial x} + \dfrac{\partial u'}{\partial y}, \\ 2\xi' = \dfrac{\partial w'}{\partial y} - \dfrac{\partial v'}{\partial z}, & 2\eta' = \dfrac{\partial u'}{\partial z} - \dfrac{\partial w'}{\partial x}, & 2\zeta' = \dfrac{\partial v'}{\partial x} - \dfrac{\partial u'}{\partial y}. \end{cases}$$

» La dérivation totale de Ω^2 par rapport à t donne, sous une autre forme, une formule connue de la théorie des tourbillons

$$\frac{d\Omega^2}{dt} = 2(\xi\xi' + \eta\eta' + \zeta\zeta') - 2\theta\Omega^2 + 2\varphi,$$

où le premier terme $\xi\xi' + \eta\eta' + \zeta\zeta'$ est un invariant simultané des vecteurs vitesse et accélération. La dérivation des autres quantités (2) donne des formules analogues telles que

$$\frac{d\theta}{dt} = \varepsilon'_1 + \varepsilon'_2 + \varepsilon'_3 - \theta^2 - \frac{1}{2}\delta + 2\Omega^2,$$
$$\frac{d\delta}{dt} = 2\Sigma[\gamma_1\gamma'_1 - 2(\varepsilon_2 + \varepsilon_3)\varepsilon'_1] - 3\varkappa - \theta\delta - 4\varphi - 4\theta\Omega^2,$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

» Parmi les vecteurs de point, on peut rapprocher des fonctions précédentes, les vecteurs dont les trois projections contiennent les seules dérivées premières de u, v, w par rapport à x, y, z, c'est-à-dire les seules quantités (1), comme le seraient les vecteurs ayant pour projections

$$\frac{\partial\varphi}{\partial\xi}, \ \frac{\partial\varphi}{\partial\eta}, \ \frac{\partial\varphi}{\partial\zeta} \quad \text{ou} \quad \frac{\partial\psi}{\partial\xi}, \ \frac{\partial\psi}{\partial\eta}, \ \frac{\partial\psi}{\partial\zeta}.$$

» Dans ce domaine, les deux derniers vecteurs joints au vecteur tourbillon sont les éléments fondamentaux.

» Les formules que nous venons d'indiquer et toutes les formules du même genre relatives aux fonctions et vecteurs de point dépendant des dérivées premières de la vitesse, s'établissent en partant des relations sui-

vantes donnant les dérivées totales des fonctions (1) :

$$\frac{d\xi}{dt} = \xi' - \theta\xi + \frac{1}{2}\frac{\partial\varphi}{\partial\xi},$$

$$\frac{d\varepsilon_1}{dt} = \varepsilon'_1 - \theta\varepsilon_1 + \frac{1}{4}(4\varepsilon_1\varepsilon_2 - \gamma_3^2) + \frac{1}{4}(4\varepsilon_1\varepsilon_3 - \gamma_2^2) + \eta^2 + \zeta^2,$$

$$\frac{d\gamma_1}{dt} = \gamma'_1 - \theta\gamma_1 - \frac{1}{2}(\gamma_2\gamma_3 - 2\varepsilon_1\gamma_1) - 2\eta\zeta,$$

et des expressions qu'on en déduit pour les dérivées des coefficients de la forme ψ,

$$\frac{d}{dt}(\gamma_2\gamma_3 - 2\varepsilon_1\gamma_1) = \gamma_2\gamma'_3 + \gamma_3\gamma'_2 - 2(\varepsilon_1\gamma'_1 + \gamma_1\varepsilon'_1) - \theta(\gamma_2\gamma_3 - 2\varepsilon_1\gamma_1) - 2\eta\frac{\partial\varphi}{\partial\zeta} - 2\zeta\frac{\partial\varphi}{\partial\eta} + 4\theta\eta\zeta,$$

$$\frac{d}{dt}(4\varepsilon_2\varepsilon_3 - \gamma_1^2) = 4(\varepsilon_2\varepsilon'_3 + \varepsilon_3\varepsilon'_2) - 2\gamma_1\gamma'_1 - \theta(4\varepsilon_2\varepsilon_3 - \gamma_1^2) + \varkappa + 4\varphi - 4\xi\frac{\partial\varphi}{\partial\xi} + 4\theta\xi^2.$$

» Nous renverrons, pour le développement des éléments de cette théorie, à un Mémoire qui va paraître incessamment dans le *Journal de Mathématiques* de M. Jordan (1er fascicule 1903). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réductibilité des équations différentielles.* Note de M. **Paul Painlevé.**

« 1. Dans une Communication du 8 décembre dernier, j'ai dit qu'aucun mode de réductibilité des équations différentielles n'échappait au théorème de M. Drach. M. R. Liouville pense, au contraire, démontrer dans les derniers *Comptes rendus* que le mode de réductibilité qu'il a introduit échappe à ce théorème.

» La question générale ainsi posée ayant une véritable importance, je crois utile de la trancher sans ambiguïté possible. Je traiterai d'abord un mode de réductibilité qui renferme comme cas très particulier celui de M. Liouville; j'étudierai ensuite en détail le problème de M. Liouville.

» 2. Considérons une équation différentielle (algébrique) que je prendrai du second ordre pour fixer les idées, ou, ce qui revient au même, un couple de deux équations (algébriques) du premier ordre, soit

$$(1)\qquad \frac{dy}{dx} = \varphi(x, y, z), \qquad \frac{dz}{dx} = \psi(x, y, z).$$

» Considérons, d'autre part, une fonction $w(x, y, z)$ définie par un système d'équations aux dérivées partielles, soit Σ, tel que la solution générale w du système ne dépende que d'un nombre *fini* de constantes $a, b, \ldots, l$, et en dépende ALGÉBRIQUEMENT : soit $w = F(x, y, z, a, b, \ldots, l)$ cette solution générale. Admettons enfin que la relation $F = 0$ soit une *équation intégrale* de (1); autrement dit, que toute solution $y(x)$, $z(x)$ de (1) vérifie la condition $F = 0$ pour un choix convenable des constantes $a, b, \ldots, l$.

» *Je dis qu'on peut déduire, sans intégration, du système Σ un système dont la solution générale ne dépend que d'un nombre fini de constantes et représente une intégrale première de* (1).

» En effet, tout d'abord, il est bien connu que la solution générale de Σ se laisse mettre sous la forme

$$w = G(w_1, w_2, \ldots, w_k, a, b, \ldots, l)$$

$w_1, \ldots, w_k$ désignant des solutions particulières de Σ, et G une fonction algébrique des w_j et des constantes $a, b, \ldots, l$. D'autre part, la théorie élémentaire des équations différentielles permet, par dérivation, de déduire de l'équation intégrale $G = 0$ au moins une intégrale première de (1), et *cette intégrale première $u(x, y, z)$ sera une fonction algébrique de $w_1, \ldots, w_k$ et de leurs dérivées; elle vérifiera donc un système différentiel dont l'intégrale générale sera une fonction (algébrique) d'un nombre fini de constantes et dont les coefficients seront des fonctions de x, y, z exprimables algébriquement à l'aide des coefficients de Σ et de leurs dérivées*. On est ainsi ramené au problème traité explicitement par M. Drach.

» 3. Le mode de réductibilité introduit par M. Liouville n'est évidemment qu'un cas particulier du précédent, à savoir le cas où le système (Σ) est *un système linéaire homogène de quatrième ordre*, c'est-à-dire un système dont l'intégrale générale est de la forme

$$w = a_1 w_1 + a_2 w_2 + a_3 w_3 + a_4 w_4, \tag{2}$$

a_1, a_2, a_3, a_4 désignant des constantes arbitraires.

» Les considérations du n° 2 suffisent donc à montrer que le théorème de M. Drach s'applique à cette réduction spéciale. Mais, pour rendre la chose plus claire encore, j'entrerai dans le détail du calcul.

Appelons système T tout système différentiel linéaire dont la solution générale est de la forme (2) et qui jouit de la propriété suivante : une

solution quelconque $y(x)$, $z(x)$ de (1) se laisse définir par les relations

$$(3) \qquad f_2 = A f_1 + B, \qquad f_3 = C f_1 + D,$$

f_1, f_2, f_3 désignant les quotients de trois solutions w_1, w_2, w_3 de Σ par une quatrième w_4, et A, B, C, D des fonctions convenables des deux constantes d'intégration de (1).

» Qu'il existe, pour tout couple (1), une infinité de systèmes T, c'est ce que rend évident la transformation

$$X = f_1(x, y, z), \qquad Y = f_2(x, y, z), \qquad Z = f_3(x, y, z).$$

» Quand on regarde (x, y, z) et (X, Y, Z) comme les coordonnées cartésiennes d'un espace, dire qu'il existe des systèmes T, c'est dire qu'*une congruence quelconque de courbes* [*définie par* (1)] *est réductible, par une transformation ponctuelle, à une congruence de droites*. Toutes les transformations ponctuelles qui jouissent de cette propriété s'obtiennent en prenant une des trois fonctions f_1, f_2, f_3 arbitrairement, soit f_1, et les deux autres liées à f_1 par les conditions

$$f_2 = \alpha(x, y, z) f_1 + \beta(x, y, z), \qquad f_3 = \gamma(x, y, z) f_1 + \delta(x, y, z),$$

α, β, γ, δ désignant des intégrales premières de (3). Les fonctions f_1, f_2, f_3 étant ainsi choisies, si on leur adjoint une fonction arbitraire f, et si l'on forme le système différentiel dont la solution générale est

$$w = f(a_1 f_1 + a_2 f_2 + a_3 f_3 + a_4),$$

ce système est un système T, et tous les systèmes T s'obtiennent de cette manière.

» Parmi ces systèmes T, M. Liouville se restreint à considérer les systèmes (T′) qui admettent la solution $w = 1$. Pour préciser, j'appellerai *systèmes de M. Liouville* cette classe (T′) de systèmes T. A tout couple (1) correspondent une infinité de systèmes de M. Liouville; ils s'obtiennent en faisant, dans ce qui précède, $f \equiv 1$. Ces systèmes (T′) dépendent encore d'une fonction arbitraire de x, y, z dont on peut disposer de façon que le jacobien de f_1, f_2, f_3 soit donné, par exemple, égal à 1 ou à 0 (1).

» C'est là ce que j'ai expliqué dans ma Note du 8 septembre dernier. M. Liouville avait établi, le 1er septembre, l'existence de systèmes (T′)

---

(1) Si l'on tient compte de cette condition, les systèmes (T′) ne dépendent plus que des fonctions arbitraires de deux variables.

attachés à l'équation

(4) $$y'' = 6y^2 + x;$$

ma réponse n'avait d'autre objet que de montrer que l'existence de tels systèmes, étant évidente pour *toute* équation différentielle, n'entraînait aucune conséquence particulière à l'équation (4). Les dernières Communications de M. Liouville constatent, d'ailleurs, qu'il est parfaitement d'accord avec moi sur ces divers points. Précisons maintenant le désaccord qui subsiste.

» 4. Parmi les systèmes différentiels (T), il en est une classe remarquable : ceux qui jouissent de la propriété que le quotient $\frac{w_2}{w_1}$ de deux quelconques de leurs solutions soit une intégrale première de (1). Ce sont ces systèmes que j'ai considérés exclusivement dans ma dernière Communication (8 décembre) et que j'ai appelés [1] systèmes S.

» Or, ces systèmes S n'épuisent pas les systèmes (T), non plus que les systèmes (T'); d'une façon précise, un système de M. Liouville ne coïncide avec aucun système S (à moins que le jacobien de f_1, f_2, f_3 ne soit nul). Telle est la remarque que fait M. Liouville dans les derniers *Comptes rendus;* il en conclut que le mode de réduction qu'il propose échappe à mon raisonnement, par suite au théorème de M. Drach.

» La remarque de M. Liouville est parfaitement exacte, mais la conclusion qu'il en tire ne l'est pas. Pourquoi, en effet, me suis-je limité, dans ma dernière Note, aux systèmes S? Pour une raison bien simple : c'est que, si l'on connaît *un système* (T') *de M. Liouville qui ne soit pas un système* S, *on en déduit aussitôt* (*sans intégration*) *un système* S, *du troisième ou du deuxième ordre seulement au lieu du quatrième.*

» En effet, ou bien une solution au moins $f_1(x, y, z)$ de (T') est une intégrale première de (1) (non constante), mais alors les solutions de (T') qui sont en même temps intégrales premières de (1) vérifient un système S, du quatrième ordre au plus, lequel se déduit immédiatement de (T') ; ou bien aucune solution de (T') n'est intégrale première de (1); il suffit alors de dériver les formules (3) pour voir que, si l'on pose

(4) $$f'_j = \frac{\partial f_j}{\partial x} + \frac{\partial f_j}{\partial y}\varphi + \frac{\partial f_j}{\partial z}\psi \qquad (j = 1, 2, 3),$$

---

(1) Est-il besoin d'ajouter que toutes les conclusions de ma Note subsistent *a fortiori* si le système linéaire S, jouissant toujours de la même propriété, est du troisième ou du deuxième ordre et non du quatrième.

les expressions $\frac{f'_2}{f'_1}$, $\frac{f'_3}{f'_1}$ *sont des intégrales premières de* (1). Autrement dit, si l'on forme le système linéaire du troisième ordre dont la solution est

$$a_1 f'_1 + a_2 f'_2 + a_3 f'_3,$$

les coefficients de ce système se déduisent *rationnellement* de ceux de (T') et de leurs dérivées, et le nouveau système est un système S, puisque le quotient de deux quelconques de ses solutions est une intégrale première de (1).

» C'est à cause de cette corrélation intuitive entre les systèmes (S) et ceux de Liouville que je me suis limité, dans ma dernière Note, aux systèmes S. *Je n'ai donc pas un mot à changer aux conclusions de cette Note.*

» En d'autres termes, la conclusion de M. Liouville (*Comptes rendus*, 19 janvier 1903) était la suivante : « Entre les solutions f_1, f_2, f_3 d'un de » mes systèmes auxiliaires et les intégrales premières de (1) il n'existe » aucune relation simple ». La vérité est qu'une telle relation existe et des plus simples, à savoir celle-ci : *ou bien une au moins des fonctions* f_1, f_2, f_3, *ou bien les quotients des expressions*

$$\frac{\partial f_j}{\partial x} + \varphi \frac{\partial f_j}{\partial y} + \psi \frac{\partial f_j}{\partial z} \qquad (j = 1, 2, 3)$$

sont des intégrales premières de (1).

» Le résultat est exactement le même si, au lieu de se limiter aux systèmes (T'), on considère tous les systèmes (T). Ou bien une au moins des fonctions f_1, f_2, f_3 est une intégrale première de (1), (f_1, f_2, f_3 désignant les quotients de trois solutions quelconques de T par une quatrième); ou bien les expressions $\frac{f'_2}{f'_1}$, $\frac{f'_3}{f'_1}$ sont des intégrales premières de (1) [les f'_j étant données par les équations (4)]. On se trouve donc toujours ramené aux questions envisagées par M. Drach. Ces différents problèmes ne sont d'ailleurs, je le répète, que des cas très particuliers du problème traité dans le n° 2. »

OPTIQUE. — *Théorie de l'absorption de la lumière par les cristaux symétriques.* Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. La propagation des ondes lumineuses dans les corps transparents s'explique, le plus simplement possible, en regardant la résistance opposée par chaque molécule pondérable au mouvement vibratoire de l'éther, comme analogue à celle qu'éprouve, de la part d'un solide immergé très

dense, un fluide exécutant autour de lui de courtes oscillations. Quand la période des oscillations devient assez brève, cette dernière résistance se réduit très sensiblement à ce qu'elle serait sans les frottements intérieurs du fluide ; et elle a alors ses composantes, suivant trois certains axes rectangulaires (*axes principaux*) dépendant de la figure du solide, égales respectivement aux produits des composantes de mêmes sens de l'accélération du fluide, par trois coefficients négatifs *constants;* en sorte que la présence du solide équivaut, pour le fluide ambiant, suivant une idée introduite dans l'Hydraulique et prouvée expérimentalement par du Buat, à un *certain* accroissement relatif de l'inertie ou de la masse de ce fluide. Et, de même, la présence d'une molécule pondérable équivaudra, pour l'éther ambiant se mouvant suivant l'un des trois axes, assigné, de la molécule, à un certain accroissement de masse, sans modification de l'élasticité. Si donc, le corps se trouvant cristallisé, toutes les molécules pondérables peuvent y être censées égales, pareillement orientées et distribuées uniformément, leur résistance totale s'exprimera en affectant la densité de l'éther de trois accroissements constants, un pour l'accélération relative à chaque axe.

» Mais, à une approximation plus élevée, et s'il s'agit de mouvements *pendulaires,* la résistance du solide aux courtes oscillations du fluide comprend, en outre, une petite partie proportionnelle à la vitesse, partie due tout entière aux frottements intérieurs et largement variable avec la période (par un terme inverse de la racine carrée de celle-ci). L'analogie conduit donc à adjoindre, dans un cristal où l'éther est en vibration, à la principale résistance des molécules pondérables, fonction linéaire des accélérations, un petit supplément de résistance, fonction linéaire des vitesses, et dont les composantes seront généralement, par unité de volume, trois trinomes du premier degré en ξ', η', ζ', si ξ, η, ζ désignent les composantes du déplacement vibratoire et ξ', η', ξ' leurs dérivées relatives au temps t. Rien ne paraissant limiter l'indépendance mutuelle des coefficients de ces trinomes, sinon leur propriété de correspondre à un travail résistant ou de donner, multipliées respectivement par ξ', η', ζ', trois produits à somme totale essentiellement négative, il ne doit pas y avoir, en général, de système d'axes rectangulaires qui y réduise les trois composantes à trois monomes, respectivement en ξ', η', ζ' : mais on reconnaît aisément qu'il en existe un, par rapport auquel les neuf coefficients se réduisent à *six* distincts, savoir : trois, essentiellement négatifs, qui affectent, respectivement, ξ', η' et ζ' dans les trois équations du mouvement, et trois autres, qui figurent chacun deux fois dans les trinomes, une fois avec le signe *plus* et une fois avec le signe *moins*.

» Le cas le plus simple est celui d'un cristal *symétrique*, c'est-à-dire se comportant comme s'il était pourvu de trois plans rectangulaires de symétrie de contexture, dont les intersections, prises comme axes des x, y, z, donnent tout à la fois les directions des axes principaux, pour la partie de la résistance qui est proportionnelle aux accélérations, et réduisent de plus, par raison de symétrie, les composantes de l'autre partie à trois monomes, respectivement en ξ', η', ζ'. Alors, si l'on appelle a, b, c, a', b', c' six constantes positives, dont les trois dernières, très petites, varient avec la période, les équations du mouvement vibratoire de l'éther sont

$$(1)\quad \frac{d^2}{dt^2}\left(\frac{\xi}{a^2}, \frac{\eta}{b^2}, \frac{\zeta}{c^2}\right) + 2\frac{d}{dt}(a'\xi, b'\eta, c'\zeta) = \Delta^2(\xi, \eta, \xi) - \frac{d\theta}{d(x, y, z)},$$

où θ désigne la dilatation cubique $\frac{d\xi}{dx} + \frac{d\eta}{dy} + \frac{d\zeta}{dz}$.

» Le cas le moins compliqué venant ensuite est celui où les axes qui réduisent à six (pour la valeur absolue) les coefficients figurant dans la petite résistance fonction de la vitesse, coïncident, en direction, avec les axes *principaux* relatifs à la partie de la résistance fonction de l'accélération. Alors les premiers membres des équations (1) se trouvent accrus respectivement des binomes différentiels

$$(2)\quad \frac{d}{dt}(\mathrm{f}\eta - \mathrm{e}\zeta, -\mathrm{f}\xi + \mathrm{d}\zeta, \mathrm{e}\xi - \mathrm{d}\eta),$$

d, e, f désignant trois petits coefficients constants, analogues à a', b', c', mais indifféremment positifs ou négatifs.

» II. Cherchons les lois d'un système, à vibrations *pendulaires*, d'ondes planes assez étendues latéralement pour se comporter à fort peu près comme si elles étaient indéfinies. Attribuons d'ailleurs, à ce système d'ondes, une *amplitude* vibratoire U variable seulement avec la distance u à un plan donné, comme il arrivera si ce plan est la surface du cristal, atteinte par des ondes *extérieures* d'amplitude *uniforme*, surface à partir de laquelle l'absorption réduira peu à peu, dans l'intérieur, l'amplitude du mouvement réfracté, et de la même manière partout, à distance u constante. Soient λ, μ, ν les cosinus directeurs de la normale au plan en question, issue d'une origine de coordonnées x, y, z prise sur ce plan, et faisant un angle aigu avec la normale analogue aux ondes, tirée dans le sens de leur propagation. Si, en outre, k désigne le quotient de 2π par la période vibratoire, α, β, γ, les trois angles faits avec les axes par la normale aux ondes, ω la vitesse de propagation suivant cette normale, enfin l, m, n les trois quotients de $\cos(\alpha, \beta, \gamma)$ par ω, les déplacements vibra-

toires ξ, η, ζ seront, comme on sait, les produits de l'amplitude U par trois binomes trigonométriques de la forme

$$A\cos k(t - lx - my - nz) + B\sin k(t - lx - my - nz),$$

à coefficients A, B différents, mais constants. Le corps étant *translucide*, l'amplitude U ne variera que lentement avec u et aura ses dérivées *successives* U', U'', ... d'ordres de petitesse *de plus en plus* élevés. On pourra donc, en portant ces expressions de ξ, η, ζ dans les équations du mouvement, tenir compte des petits termes en U', mais négliger, comparativement, les termes en U''. Alors chaque équation développée contiendra, à ses deux membres, deux termes à coefficients binomes en U et U', termes affectés, l'un, du cosinus, l'autre, du sinus de l'arc $k(t - lx - my - nz)$; et la vérification de l'équation aux époques où s'annule soit le cosinus, soit le sinus, obligera d'égaler dans les deux membres, séparément, les coefficients du cosinus, et, séparément, les coefficients du sinus. Il viendra ainsi, en U et U', des équations de la forme $FU + GU' = 0$, tenues d'être compatibles et entraînant pour U, à un facteur constant près, une expression comme e^{-fu}, où f sera un très petit *coefficient d'extinction* [1]. Dès lors, on pourra mettre ξ, η, ζ sous les formes

$$(3)\quad \xi = Ce^{-fu}\cos[k(t - lx - my - nz) + \text{const.}], \qquad \eta = \ldots, \qquad \zeta = \ldots,$$

où les cinq constantes k, l, m, n, f seront seules, nécessairement, communes aux trois expressions de ξ, η et ζ. Or, en reculant dans le passé, d'un quart de période, l'origine des temps, de manière à remplacer kt par $kt - \frac{\pi}{2}$, ces intégrales particulières des équations du mouvement en donneront d'autres, savoir :

$$\xi = Ce^{-fu}\sin[k(t - lx - my - nz) + \text{const.}], \qquad \eta = \ldots, \qquad \zeta = \ldots;$$

et celles-ci, multipliées par $\sqrt{-1}$, puis ajoutées respectivement aux précédentes, conduiront aux solutions *symboliques*

$$(3\ bis)\quad \xi = Ce^{-fu}e^{[k(t-lx-my-nz)+\text{const.}]\sqrt{-1}}, \qquad \eta = \ldots, \qquad \zeta = \ldots.$$

---

(1) On arriverait, vraisemblablement, à la même conclusion pour les corps très opaques, où l'on ne pourrait plus négliger U''; car la compatibilité de toutes les équations linéaires en U'', U' et U obtenues ne manquerait pas de réduire l'expression de U à une *seule* solution simple, c'est-à-dire à une exponentielle comme e^{-fu}.

Mais remplaçons u par $\lambda x + \mu y + \nu z$; puis posons

$$(4)\quad \begin{cases} l - \frac{f}{k}\lambda\sqrt{-1} = \mathrm{L}, \qquad m - \frac{f}{k}\mu\sqrt{-1} = \mathrm{M}, \qquad n - \frac{f}{k}\nu\sqrt{-1} = \mathrm{N}, \\ \mathrm{C}e^{\sqrt{-1}\,\text{const.}} = \mathrm{L}', \qquad \ldots; \end{cases}$$

et nous verrons que les équations du mouvement admettent les solutions *simples* symboliques

$$(5)\qquad (\xi, \eta, \zeta) = (\mathrm{L}', \mathrm{M}', \mathrm{N}')\, e^{k(t - \mathrm{L}x - \mathrm{M}y - \mathrm{N}z)\sqrt{-1}},$$

identiques à (3 *bis*) ou donnant précisément, *par leurs parties réelles*, les solutions *véritables* ou *physiques* cherchées (3).

» Or, ces expressions symboliques (5), dans le genre de celles que considérait Cauchy, serviront utilement d'intermédiaires pour obtenir les vraies solutions (3); car leur mode de formation sera plus facile à démêler.

» III. Pour le reconnaître, bornons-nous d'abord aux cristaux *symétriques*, régis par les équations (1); et observons que, chaque dérivation en t des expressions (5) introduisant simplement le facteur $k\sqrt{-1}$, ces expressions de ξ, η, ζ permettent de remplacer les équations (1) par celles-ci, plus homogènes,

$$(6)\qquad \frac{d^2}{dt^2}\left(\frac{\xi}{\mathrm{A}^2}, \frac{\eta}{\mathrm{B}^2}, \frac{\zeta}{\mathrm{C}^2}\right) = \Delta_2(\xi, \eta, \zeta) - \frac{d\theta}{d(x, y, z)},$$

où nous avons posé, en négligeant les carrés de a', b', c',

$$(7)\quad \mathrm{A} = a\left(1 + \frac{a^2 a'}{k}\sqrt{-1}\right), \qquad \mathrm{B} = b\left(1 + \frac{b^2 b'}{k}\sqrt{-1}\right), \qquad \mathrm{C} = c\left(1 + \frac{c^2 c'}{k}\sqrt{-1}\right).$$

» Mais les expressions (5) de ξ, η, ζ, portées dans (6), donnent presque immédiatement, pour déterminer les rapports mutuels de L′, M′, N′, la double proportion

$$(8)\quad \frac{\mathrm{L}'}{\dfrac{\mathrm{A}^2\mathrm{L}}{\mathrm{A}^2\mathrm{S}^2 - 1}} = \frac{\mathrm{M}'}{\dfrac{\mathrm{B}^2\mathrm{M}}{\mathrm{B}^2\mathrm{S}^2 - 1}} = \frac{\mathrm{N}'}{\dfrac{\mathrm{C}^2\mathrm{N}}{\mathrm{C}^2\mathrm{S}^2 - 1}}, \qquad \text{où} \qquad \mathrm{S}^2 = \mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2;$$

ce qui réduit finalement les équations (6) à la relation, entre L, M et N,

$$(9)\qquad \frac{\mathrm{A}^2\mathrm{L}^2}{\mathrm{A}^2\mathrm{S}^2 - 1} + \frac{\mathrm{B}^2\mathrm{M}^2}{\mathrm{B}^2\mathrm{S}^2 - 1} + \frac{\mathrm{C}^2\mathrm{N}^2}{\mathrm{C}^2\mathrm{S}^2 - 1} = 1.$$

» Or quand, pour extraire des expressions symboliques (5) de ξ, η, ζ leurs parties réelles (3), on mettra finalement L′, M′, N′ sous les formes

$l'e^{\lambda'\sqrt{-1}}$, $m'e^{\mu'\sqrt{-1}}$, $n'e^{\nu'\sqrt{-1}}$, avec l', m', n' réels et λ', μ', ν' à la fois réels et *très petits* (à une partie commune près), l', m', n' différeront peu, quant à leurs rapports mutuels, de ce qu'ils seraient si a', b', c' étaient nuls; et λ', μ', ν', joints à l'arc du cosinus en t, x, y, z que l'on extraira de l'exponentielle imaginaire figurant dans (5), ne feront qu'établir de petites différences de phase entre les trois composantes du déplacement réel, c'est-à-dire rendre légèrement courbes les trajectoires. De telles perturbations étant sans importance, tout l'intérêt de la question se résume dans l'expression que recevra l'exponentielle à raison de l'équation (9).

» IV. Donnons donc dans celle-ci à L, M, N, comme à A, B, C, leurs formes explicites (4) et (7), que l'on peut écrire $l + \delta L$, $m + \delta M$, $n + \delta N$, $a + \delta A$, $b + \delta B$, $c + \delta C$, où les δ, *entièrement imaginaires, mais très petits, sont assimilables à des différentielles.* Il résultera d'abord de l'égalité des parties réelles, dans les deux membres de (9), l'équation

$$(10) \qquad \frac{a^2 l^2}{a^2 s^2 - 1} + \frac{b^2 m^2}{b^2 s^2 - 1} + \frac{c^2 n^2}{c^2 s^2 - 1} = 1, \qquad \text{où} \qquad s^2 = l^2 + m^2 + n^2,$$

équation identique à celle que l'on aurait pour le cristal supposé *transparent* (où $a' = b' = c' = 0$). Alors, faisant abstraction d'un facteur réel constant, prenons pour l', m', n' les cosinus directeurs de la vibration, comptée positivement dans un sens convenable; et, si nous posons, pour abréger,

$$(11) \qquad K = \left(\frac{a^2 l}{a^2 s^2 - 1}\right)^2 + \left(\frac{b^2 m}{b^2 s^2 - 1}\right)^2 + \left(\frac{c^2 n}{c^2 s^2 - 1}\right)^2,$$

les proportions (8) donneront très sensiblement

$$(12) \qquad \frac{a^2 l}{a^2 s^2 - 1} = l'\sqrt{K}, \qquad \frac{b^2 m}{b^2 s^2 - 1} = m'\sqrt{K}, \qquad \frac{c^2 n}{c^2 s^2 - 1} = n'\sqrt{K}.$$

» En outre, de ces trois formules (12), multipliées par l, m, n et ajoutées, il résultera, en vertu de (10), si V désigne l'angle de la normale aux ondes avec la vibration,

$$(13) \qquad 1 = (ll' + mm' + nn')\sqrt{K}, \qquad \text{ou} \qquad \sqrt{K} = \frac{\omega}{\cos V},$$

relation montrant que l'angle V est aigu.

» V. Il reste à égaler à zéro la petite partie imaginaire du premier membre de (9), partie assimilable à la différentielle totale de ce premier membre, pour laquelle on trouve aisément (au facteur près -2)

$$(14) \qquad \left(Kl - \frac{a^2 l}{a^2 s^2 - 1}\right)\delta L + \ldots + \left(\frac{a^2 l}{a^2 s^2 - 1}\right)^2 \frac{\delta A}{a^3} + \ldots.$$

» Annulons-la donc; puis servons-nous, pour y introduire les cosinus directeurs (l', m', n') de la vibration et ω, des formules (12) et de la dernière (13), en substituant d'ailleurs à l, m, n, dans les produits Kl, Km, Kn, les quotients de $\cos(\alpha, \beta, \gamma)$ par ω. Nous aurons

$$(15) \qquad (\cos\alpha - l'\cos V)\,\delta L + \ldots = -\,\omega\left(l'^2\frac{\delta A}{a^3} + m'^2\frac{\delta B}{b^3} + n'^2\frac{\delta C}{c^3}\right).$$

» Remplaçons enfin, dans celle-ci, les δ de L, M, N, A, B, C par les petites parties imaginaires des expressions (4), (7); et il viendra pour f, en appelant V′, V″ les deux angles respectifs faits, avec la perpendiculaire (λ, μ, ν) aux plans d'égale amplitude, par la vibration (l', m', n') et par la normale $(\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma)$ aux ondes, la formule capitale

$$(16) \qquad f = \omega\,\frac{a'l'^2 + b'm'^2 + c'n'^2}{\cos V'' - \cos V \cos V'} = \omega\,\frac{a'l'^2 + b'm'^2 + c'n'^2}{\sin V \sin V' \cos U}.$$

» Le troisième membre se déduit du second, par le théorème fondamental de la trigonométrie sphérique, en substituant à $\cos V'' - \cos V \cos V'$, le produit des sinus des angles V, V′ de la vibration avec les deux normales aux ondes et aux plans d'égale amplitude, multiplié par le cosinus du dièdre U compris entre les plans de ces deux angles V, V′.

» Telle est donc l'expression du *coefficient d'extinction* ou *d'absorption f*. On voit que le rôle prépondérant y revient, comme l'avait pensé Fresnel, à la direction (l', m', n') de la vibration, direction à partir de laquelle se comptent les angles plans V, V′ et autour de laquelle se mesure le dièdre U des plans de ces angles. »

PHYSIQUE. — *Sur la déviabilité magnétique et la nature de certains rayons émis par le radium et le polonium.* Note de M. **Henri Becquerel**.

« On sait que le rayonnement des corps radioactifs se compose de plusieurs sortes de rayons. Dans le rayonnement émis par le radium, une partie, fortement déviable par un champ magnétique, est identique aux rayons cathodiques. L'autre partie, réputée jusqu'ici non déviable, se compose de deux catégories, l'une formée de rayons très pénétrants, l'autre de rayons très absorbables.

» Dans une publication récente (¹) M. E. Rutherford vient d'annoncer

(¹) *Physikalische Zeitschrift*, n° 8, p. 235, 15 janvier 1903.

que cette dernière partie du rayonnement du radium, que l'auteur appelle les rayons α, est très faiblement déviable par un champ magnétique intense, et rejetée en sens contraire de la déviation des rayons cathodiques. Ces rayons sont alors assimilables aux rayons canaux (*Kanalstrahlen*) observés par Goldstein dans les tubes vides traversés par des décharges électriques, assimilation déjà énoncée comme hypothèse par M. Strutt et par sir W. Crookes.

» M. E. Rutherford, avec une grande habileté, et par une méthode électrique relativement grossière, a reconnu un phénomène d'une extrême délicatesse. Cependant la méthode employée laisserait prise à diverses objections et à un doute sur l'existence du phénomène en question si l'on n'en apportait pas d'autre preuve. L'une des objections résulte de la disposition expérimentale qui fait traverser des espaces laminaires par un rayonnement dont la partie cathodique est rejetée sur les parois, et les rayons secondaires qui en résultent peuvent donner lieu à des effets dans le sens observé par M. Rutherford.

» Je me suis alors proposé de mettre en évidence le phénomème par une expérience plus simple et plus sûre. J'ai eu recours à l'une des dispositions photographiques que j'emploie depuis longtemps et qui permettent certaines distinctions qui n'apparaissent pas toujours quand on emploie exclusivement la méthode électrique.

» L'expérience a été disposée comme il suit :

» La matière active a été placée dans une rainure linéaire creusée dans un petit bloc de plomb. Au-dessus de cette source, à une distance a, d'environ 1^{cm}, on a disposé un écran métallique formé de deux lames laissant entre elles une fente parallèle à la rainure, puis au-dessus une plaque photographique non enveloppée. Le tout est placé dans le champ d'un électro-aimant, la fente étant mise parallèlement au champ.

» Si la plaque photographique est parallèle à la fente, on observe sur celle-ci une impression d'autant plus diffuse que la plaque est plus éloignée de la fente; la distance ne doit pas dépasser 1^{cm} ou 2^{cm}, en raison de l'absorption par l'air et de la diffusion des rayons étudiés. Si, pendant la pose, le champ magnétique est excité d'abord dans un sens, puis dans l'autre, on observe, en révélant l'épreuve, deux images du faisceau, ce qui montre que celui-ci a été dévié d'abord dans un sens puis dans l'autre. Les épreuves que je présente à l'Académie montrent un écart d'environ 1^{mm} entre les deux images.

» Pour avoir le sens de la déviation on peut établir d'abord dans

l'électro-aimant un champ très faible qui provoque une impression dans laquelle les rayons α sont très peu déviés et sont accompagnés, d'un côté, de la trace du spectre cathodique. Cette image peut être reçue sur une moitié de la plaque, l'autre moitié étant couverte par un écran métallique; puis on déplace l'écran de manière à protéger la partie qui vient d'être impressionnée et on établit un champ très fort, supérieur à 10000 unités C.G.S. Les rayons cathodiques déviés par ce champ n'atteignent plus la plaque et l'impression obtenue se compose d'une bande qui s'écarte de la première trace des rayons α du côté opposé à celui où est l'image du premier spectre cathodique. L'existence de la déviation et le sens de cette déviation sont donc tout à fait conformes au résultat des expériences de M. Rutherford.

» Si le champ est uniforme et si l'on connaît la distance a de la source à la fente ainsi que la distance b de la fente à la plaque, la mesure de la déviation donne le rayon de courbure des trajectoires des rayons déviés.

» J'ai obtenu également des résultats d'une très grande netteté en plaçant au-dessus de la fente une plaque photographique inclinée, normale au plan du faisceau non dévié, et reposant sur l'écran métallique qui constitue la fente. Avec un angle d'inclinaison de 60° à 70° de la plaque photographique sur l'écran horizontal, on obtient, en opérant avec le champ magnétique inversé, comme il a été dit plus haut, des traces qui peuvent être extrêmement fines et nettes et qui vont en divergeant depuis le point où la plaque est en contact avec la fente. Ces traces qui dans un champ uniforme seraient des arcs d'ellipse d'un grand rayon, sont pratiquement presque droites dans le voisinage de la fente; si le champ n'est pas uniforme, ces lignes sont déformées.

» Je présente à l'Académie plusieurs épreuves dans lesquelles ces lignes divergentes, qui ont quelques centièmes de millimètre de largeur, se prêtent très bien à des mesures assez précises.

» L'aspect de ces lignes ne semble pas montrer de dispersion sensible ou du moins de dispersion qui soit de l'ordre de grandeur de la déviation, comme cela s'observe pour les rayons cathodiques.

» Si l'on connaît assez exactement l'inclinaison de la plaque on peut en déduire la hauteur b d'un point déterminé de la plaque au-dessus de la fente, où l'on constate une déviation déterminée, et l'on peut calculer la valeur du rayon de courbure de la trajectoire correspondante comme avec les épreuves parallèles à la fente. Cette manière d'opérer offre l'avantage de permettre de relever sur une même épreuve des déviations à

diverses distances de la fente, et de contrôler la constance du champ par la constance des résultats obtenus.

» J'ai fait par ce procédé quelques mesures préliminaires avec un électro-aimant, système Weiss, dont les armatures coniques se terminaient par de petites surfaces planes de 1^{cm} de diamètre.

» Pour une épreuve, la distance *a* étant $11^{mm},1$, on a obtenu, à des distances au-dessus de la fente égales à $1^{mm},374$, $1^{mm},117$ et $0^{mm},916$, des déviations de $0^{mm},0941$, $0^{mm},0786$ et $0^{mm},0649$ entre les deux faisceaux divergents. On en déduit, pour le rayon de la trajectoire circulaire, les valeurs $R = 18^{cm},22$, $17^{cm},37$ et $16^{cm},97$. Ces valeurs sont variables parce que le champ utilisé n'est pas rigoureusement uniforme. Ce champ s'étend à quelques millimètres en dehors de l'espace compris entre les parties planes qui, dans l'expérience, étaient distantes de $9^{mm},6$.

» On a obtenu une valeur approchée du champ par la rotation du plan de polarisation de la lumière au travers d'un petit morceau de verre à faces planes, dans une direction faisant un angle de 22° environ avec la normale du champ. On a ainsi trouvé, pour les conditions de l'expérience, et pour un courant de 8 ampères, une intensité $H = 12700$ unités C. G. S.

» Le produit $RH = 215900$ est plus petit que celui qui a été indiqué par M. Rutherford, mais il est cependant du même ordre de grandeur.

» Des expériences ultérieures nous permettront de donner des nombres plus précis. Il semble bien toutefois que l'on puisse, comme l'a fait M. Rutherford, assimiler les rayons α du radium aux *Kanalstrahlen* qui transportent des charges positives avec des masses plus grandes et des vitesses moindres que celles des rayons cathodiques.

» J'avais reconnu autrefois le premier exemple de rayons non déviables avec le polonium, dont le rayonnement très absorbable offre la plus grande analogie avec les rayons α dont M. et Mme Curie ont découvert la coexistence simultanée avec des rayons déviables dans le rayonnement du radium.

» Il était très important de vérifier si ces rayons du polonium se comportent comme les rayons α du radium. Malheureusement, les échantillons de polonium qui ont servi aux expériences de 1900 sont aujourd'hui complètement inactifs. M. et Mme Curie ont eu l'obligeance de me prêter, en vue de l'expérience actuelle, quelques grains d'une préparation de polonium métallique qui, après avoir possédé une activité comparable à celle du radium, est aujourd'hui notablement affaiblie.

» Les expériences avec ce corps sont rendues très difficiles par la nécessité où l'on est, pour obtenir des épreuves d'une intensité suffisante,

de prolonger la pose pendant une dizaine d'heures. L'électro-aimant ne peut supporter sans s'échauffer un courant de 8^{amp} pendant un temps aussi long; il a fallu réduire le courant à 5^{amp}.

» Dans ces conditions les rayons α du radium manifestent encore un dédoublement assez net, mais pour le polonium, la diffusion et la faiblesse des images, plus grandes dans le champ magnétique qu'en dehors, n'ont pas permis de constater nettement si ses rayons étaient déviés. Cependant ces caractères tendraient à indiquer l'existence d'une déviabilité du même ordre que celle des rayons α du radium. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'emploi d'un fil télégraphique pour l'inscription des tremblements de terre et la mesure de leur vitesse de propagation.* Note de M. **G. Lippmann.**

« La récente publication des Comptes rendus de la Commission sismique permanente de Saint-Péterbourg [1] appelle de nouveau l'attention des physiciens sur le problème difficile de l'étude graphique des tremblements de terre, et de la mesure de leur vitesse de propagation.

» Les nombreux [2] appareils imaginés pour cet usage paraissent présenter encore certains desiderata. Il est nécessaire, d'abord, pour que la courbe tracée par un sismographe se mesure facilement, que l'inscription se fasse sur un papier animé d'une vitesse suffisante. Les appareils où le tambour est en mouvement nuit et jour n'avancent que de $\frac{1}{20}$ à $\frac{2}{20}$ de millimètre par seconde, ce qui est trop peu. Par contre, si l'on accroît la vitesse, on est obligé, pour raison d'économie, d'employer un appareil qui ne marche que pendant la durée des secousses. Il faut donc déclencher le moteur qui entraîne le tambour inscripteur quelques secondes *avant* le commencement du phénomène. Cette avance est indispensable parce que le moteur ne prend son mouvement uniforme de régime qu'au bout de quelques secondes. Il y a donc là un premier desideratum et une première difficulté, car nul ne sait prévoir, plusieurs secondes d'avance, qu'il va se produire un tremblement de terre.

» Pour résoudre le problème je propose de faire usage de stations A,

(1) *Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg.* 1re livraison; 1901.

(2) M. le Prince Galitzin en compte 200 formes différentes. (*Ibid.*

B, C, séparées par des intervalles de plusieurs kilomètres, et reliées entre elles par un fil électrique; à la station de tête, en A, on place un simple avertisseur; en B et C, les divers appareils à inscription dont on veut faire usage. L'avertisseur est une pièce mobile munie d'un contact électrique qui fonctionne dès que le premier choc sismique arrive en A. La fermeture du contact envoie dans le fil de ligne le courant d'une pile suffisamment puissante; ce courant sert à déclencher simultanément tous les appareils inscripteurs installés aux stations B et C. Il s'ensuit que ce déclenchement se fait avant l'arrivée du séisme aux stations B et C, car le courant ne met qu'un temps très faible à parcourir la ligne télégraphique; au contraire, la secousse terrestre se propage avec une vitesse qui est seulement de l'ordre de la vitesse du son; il lui faut donc, pour passer de A en B et en C, un nombre de secondes d'autant plus grand que les distances parcourues sont plus considérables. L'avance au déclenchement se trouve ainsi obtenue.

» Le même dispositif peut être utilisé pour mesurer la vitesse de propagation du tremblement de terre.

» Au moment où la secousse arrivant en A fait fonctionner l'avertisseur, le courant lancé dans la ligne, et destiné à déclencher les appareils inscripteurs, met en jeu un chronomètre électrique, c'est-à-dire que, par un dispositif auxiliaire facile à imaginer, il établit une communication électrique entre la ligne et un chronomètre électrique. Cet instrument bat électriquement les secondes; il se met donc à envoyer à chaque seconde un courant sur la ligne télégraphique. Les signaux chronométriques ainsi produits s'enregistrent sur les appareils inscripteurs installés aux stations B et C. Dès lors, les diagrammes portent les secondes inscrites en abscisses, à partir d'une origine commune. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résultats principaux obtenus en 1902 sur les vitesses radiales des étoiles. Causes d'erreur spéciales à ces recherches.* Note de M. **H. Deslandres.**

« En 1902, la grande lunette double de Meudon a été employée presque exclusivement à des recherches spectrales qui ont porté, au début, sur la rotation des planètes et ensuite sur les vitesses radiales des étoiles. Déjà, dans deux Notes précédentes [1], j'ai exposé les résultats de la première

---

(1) *Méthode spectrale capable de fournir la loi de rotation encore inconnue des*

étude relative aux planètes. Je donne, dans la Note actuelle, les principaux résultats obtenus sur les étoiles : en réalité, je signale seulement les étoiles qui ont montré des variations bien nettes de vitesses radiales ou des particularités curieuses.

» θ *Aigle.* — Cette étoile blanche (groupe VII*a* de Pickering) a un spectre simple qui offre seulement les raies de l'hydrogène assez larges et quelques raies métalliques fines, en général faibles. Parmi ces dernières, la seule qui se prête à un bon pointé est la raie λ 448,1, attribuée au magnésium; aussi a-t-elle été employée pour la mesure de la vitesse, de préférence aux raies de l'hydrogène.

» Deux épreuves spectrales de l'étoile faites en 1901 avaient donné des vitesses différentes; aussi l'étude a été reprise en 1902 et poursuivie pendant plusieurs mois. Le Tableau suivant résume les premières mesures, qui sont seulement relatives :

Dates.	Vitesses mesurées.	Dates.	Vitesses mesurées.
	km		km
2 juillet 1901.....	— 3,3	17 oct. 1902......	—59,8?
17 juillet 1901.....	+20,4	24 oct. »	—37,6
2 août 1902......	—15,6	25 oct. »	—20,8
7 août »	—50,1	29 oct. »	+24,9
9 août »	—60,1	31 oct. »	—58,5
20 août »	—19,8	3 nov. »	—62,4
27 août »	—54,4	15 nov. »	— 4,1
17 sept. »	—53,3	17 nov. »	—39,5
18 sept. »	—50,3	18 nov. »	—63,5
19 sept. »	—57,4	22 nov. »	—61,1
22 sept. »	—39,2	2 déc. »	—12,4
27 sept. »	—35,6	4 déc. »	—29,4
6 oct. »	—45,0?	11 déc. »	—68,5

» Les variations de vitesse sont considérables et se reproduisent tous les 17 jours.

» Dans un premier essai, ces vitesses précédentes ont été ramenées à une même période supposée égale à $16^{\text{jours}},7$ et ont donné une courbe des vitesses qui, dans son ensemble, a paru assez régulière. On lui a appliqué les mesures et les calculs de Lehman-Filhès, qui permettent de

planètes à faible éclat. Vérifications de la méthode. Premiers résultats (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 228) et *Recherches spectrales sur la rotation de la planète Uranus* (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 500).

déterminer certains éléments de l'orbite de l'étoile, et l'on a trouvé une excentricité voisine de 0,60. Mais ces résultats sont présentés seulement comme provisoires; cette partie de la question devant être discutée et développée ultérieurement.

» De plus, l'examen de la courbe et des vitesses mesurées à des dates rapprochées conduit à supposer l'existence d'une période plus courte, voisine de 3 jours et superposée à la première. Mais cette seconde période est très douteuse; car la précision de la mesure, basée sur une seule raie, est faible, et la raie elle-même a des variations de netteté, attribuables le plus souvent aux variations atmosphériques, si fréquentes dans notre pays [1]. Ce dernier point sera éclairci par une nouvelle série d'épreuves très rapprochées, faites avec un appareil plus dispersif, et dans des conditions uniformément favorables.

» En résumé, l'étoile θ Aigle, notée jusqu'à présent comme simple et non variable, est au moins double [2]. Elle est la première étoile blanche du type VII qui présente des variations de vitesse et soit signalée comme double spectroscopique; les observateurs, il est vrai, ont surtout jusqu'à présent étudié les étoiles jaunes qui se prêtent à des mesures plus précises.

» φ *Persée.* — Cette étoile blanche a été signalée dans une circulaire récente par Campbell comme ayant des vitesses variables. Nos observations, condensées dans le Tableau ci-dessous, ont donné le même résultat :

Dates.	Vitesses mesurées.	Dates.	Vitesses mesurées.
	km		km
14 oct. 1899.......	−15,2	25 août 1902......	+ 5,6
21 févr. 1902......	+ 3,2	28 août »	+ 4,0
6 mars »	−20	1er sept. »	+11,0

» Cette étoile a un spectre curieux qui présente les raies de l'hydrogène

(1) Avec une atmosphère agitée, les images sont mauvaises, et l'épreuve spectrale est peu nette et peu intense. On a dû ainsi rejeter plusieurs épreuves non portées sur le Tableau.

Les épreuves du 22 septembre et du 6 octobre montrent la raie 448 nettement doublée; mais on n'a pas décidé s'il y avait un renversement ou la superposition de deux spectres similaires. Cette remarque est favorable à l'hypothèse d'une étoile multiple. Les mesures du Tableau se rapportent au milieu de la raie simple ou double.

(2) La longueur du chemin parcouru par l'étoile dans la direction du rayon visuel est égale à environ la dixième partie du diamètre de l'orbite terrestre. Mais l'angle que fait le rayon visuel avec l'orbite de l'étoile reste indéterminée; si on le suppose voisin de 45°, les deux composantes de ce système double ont un faible écartement; ce qui est le caractère habituel des étoiles doubles spectroscopiques.

brillantes avec un renversement central; ce qui annonce une atmosphère relativement beaucoup plus intense que l'atmosphère de notre Soleil. Les mesures ont été faites sur la raie fine et nette au milieu de la raie brillante; et les mouvements radiaux constatés se rapportent ainsi à l'atmosphère même de l'étoile.

» ψ *Persée* est une étoile blanche qui offre aussi les raies de l'hydrogène brillantes, mais superposées à de très larges raies noires. De plus, la raie brillante (au moins avec $H\gamma$ et $H\delta$) est elle-même large et présente plusieurs renversements noirs, très espacés, exactement comme les étoiles temporaires et, en particulier, l'étoile temporaire de la même constellation, apparue en 1900. Cette analogie avec les phénomènes spéciaux des étoiles temporaires est digne de remarque.

» Les épreuves précédentes ont été obtenues et mesurées avec le concours de M. Millochau, aide astronome, de MM. Burson et d'Azambuja, assistants.

» Le spectrographe employé, d'autre part, a été décrit déjà succinctement dans une Note des *Comptes rendus* de 1900 ([1]). Il comporte plusieurs groupements de prismes et de lentilles assurant des dispersions différentes. Or, dans les recherches précédentes, on a utilisé la dispersion moyenne fournie par deux prismes de 60° en flint léger, avec des lentilles de chambre, dont les distances focales sont $0^{m},49$ et $0^{m},58$, les déplacements en kilomètres par seconde pour 1 micron étant respectivement $1^{km},7$ et $1^{km},4$.

» Le spectrographe est entièrement en acier, sauf la chambre et les châssis, qui, construits auparavant en cuivre, ont été conservés par raison d'économie, mais seront remplacés prochainement par des pièces également en fer ou acier. Pour la même raison d'économie, il n'a pas encore un organe spécial qui assure automatiquement la constance de la température, bien que j'aie le premier réclamé et appliqué un tel organe, à l'Observatoire de Paris. Mais la présence à Meudon d'une coupole munie d'un revêtement intérieur en bois, et trois couches superposées de laine, bois et laine autour du spectrographe, limitent beaucoup les écarts de température, dont l'effet est d'ailleurs mesuré et corrigé par les spectres terrestres dits *témoins*, déjà décrits dans une Note de 1894.

» La source terrestre est l'étincelle d'un alliage de fer et de titane, aimablement fourni par M. Moissan. Elle est projetée sur la fente, de

---

([1]) *Variations rapides de la vitesse radiale de l'étoile d'Orion* (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 379).

chaque côté de l'étoile, au milieu de la pose; elle est aussi projetée au commencement et à la fin de la pose sur un autre point de la fente, et de manière que les trois spectres terrestres ainsi obtenus soient juxtaposés. Ces derniers forment les spectres dits *témoins*, qui enregistrent tous les déplacements accidentels du spectre, autres que le déplacement réel à mesurer, du commencement au milieu, et du milieu à la fin de la pose. Lorsque les déplacements des spectres témoins sont trop grands, la plaque est rejetée.

» *Causes d'erreurs spéciales à ces recherches.* — Cette question préoccupe actuellement les astronomes qui sont frappés par les divergences que présentent les résultats de plusieurs observateurs sur une même étoile. L'année dernière, le professeur Frost, de l'observatoire Yerkes, a proposé que les six ou sept observatoires organisés pour cette étude unissent leurs efforts et recherchent en commun les causes d'erreur inhérentes à ces observations nouvelles. Il demande que plusieurs étoiles désignées à l'avance soient photographiées par tous à peu près au même moment, et que les mesures et les modes opératoires soient ensuite comparés. L'observatoire de Meudon a adhéré à ce programme qui peut donner d'excellents résultats, malgré la difficulté grande de comparer des observations faites dans des conditions assez diverses.

» Déjà, dans deux Mémoires antérieurs (¹), j'ai discuté les erreurs propres à ces recherches spectrales, et j'ai résumé ainsi les conditions nécessaires à une haute précision : égalité complète (d'ouverture, de composition, et en général de toutes les conditions) des deux faisceaux de l'étoile et de la source terrestre qui sont à comparer, et, en particulier, invariabilité de la température pendant la pose du spectrographe, ou même pendant les 24 heures (²).

» Or, la seconde condition est toujours réalisable, au moins avec une dépense suffisante; mais la première condition, qui résume en réalité toute une série de conditions secondaires très diverses, est souvent impossible à remplir dans tous ses détails. Par exemple elle est en défaut lorsque

---

(¹) *Causes d'erreur dans la recherche des vitesses radiales des astres. Importance de l'erreur de température. Méthodes de correction* (*Bulletin astronomique*, février 1898) et *Remarques sur les méthodes employées dans la détermination des vitesses radiales des étoiles* (*Astronomische Nachrichten*, n° 3530, 1899).

(²) Cette seconde condition est imposée par la longue pose de l'étoile (1 heure en moyenne), alors que la pose de la source terrestre est au plus de quelques minutes.

les images stellaires, à cause de l'agitation atmosphérique, sont élargies et troublées, ce qui est très souvent le cas dans notre pays. Comme la fente du spectrographe a une largeur au plus égale au diamètre de l'image stellaire théorique, une partie seulement du faisceau de l'étoile pénètre alors dans l'appareil, et l'égalité des deux faisceaux à comparer est détruite.

» Des écarts notables sont aussi attribuables aux différences des conditions optiques et même mécaniques, dans les appareils des diverses stations, et en particulier au mode adopté pour maintenir et diriger l'étoile sur la fente du spectrographe.

» L'image stellaire ne reste, en effet, jamais très longtemps sur le milieu de la fente; les imperfections du mécanisme, la réfraction, les flexions de la monture l'écartent de cette position, et il faut la ramener fréquemment, mais de manière que la position moyenne de l'étoile soit sur le milieu de la fente. Cette dernière condition, qui est essentielle, n'est pas toujours facile à remplir (¹).

» D'ailleurs, au point de vue de la conduite de l'étoile, les lunettes qui, comme celle de Meudon, subissent de très fortes flexions, présentent une cause d'erreur qui n'a pas encore été signalée, à ma connaissance. Les variations de la flexion, avec cette lunette, sont, en effet, telles qu'elles commandent le déplacement de l'étoile sur la fente. L'observateur subit en général ce déplacement et le rend seulement oscillatoire, en ramenant l'étoile d'un côté à l'autre de la fente; car il doit laisser pénétrer successivement et également dans l'appareil les différentes parties de l'image, plus ou moins large suivant les cas.

» La lunette de Meudon a aussi des vibrations très fortes qui imposent un autre déplacement, dirigé en général dans le sens de la fente, mais utile en ce sens qu'il donne au spectre la hauteur nécessaire. L'observateur, avec cette lunette, doit simplement maintenir la position moyenne de l'étoile sur le point milieu de la fente; les flexions et les vibrations font le reste.

(¹) J'ai pensé à organiser un contrôle spécial pour vérifier que cette condition est remplie. L'observateur dirige l'étoile avec une lunette auxiliaire qui donne les images de la fente et de l'étoile sur la fente. Or, sur le trajet du faisceau lumineux de cette lunette, on place une lame transparente en verre, à faces parallèles, inclinée à 45°, qui renvoie une partie du faisceau vers un appareil photographique. Les deux images agrandies sont photographiées avec des plaques peu sensibles, la pose étant exactement la pose de l'étoile.

» Mais la fente et le déplacement dus à la flexion font un angle variable, (parfois de 0° à 90°) pour les diverses positions d'une même étoile dans le ciel; même il arrive que, dans une même pose, le haut et le bas de la fente ne reçoivent pas la lumière de la même façon. Bref, avec une même étoile, dans une même station et *a fortiori* dans des stations différentes, la conduite de l'étoile sur la fente peut ne pas être exactement la même.

» Il faudrait que le déplacement dû à la flexion f fût toujours perpendiculaire à la fente pour toutes les positions de la lunette. Aussi je suis conduit à réclamer pour les équatoriaux un nouvel organe qui, à la volonté de l'observateur, produise de petites variations immédiates et rapides de leur vitesse de rotation. On a déjà des organes spéciaux dits *de rappel* ou de mouvements lents qui déplacent légèrement la lunette; mais, dans le cas actuel, ils sont insuffisants. Le nouvel organe, qui devrait être aussi commode et maniable que les précédents, agirait soit sur l'appareil d'entraînement, soit par la transmission à la vis tangente, de manière à modifier non plus l'angle de l'axe de rotation, mais la vitesse de cet angle. Il ne semble pas très difficile à réaliser, surtout par les moyens électriques, et il serait très utile pour les recherches de vitesse radiale, et aussi pour la photographie ordinaire des astres, des planètes et comètes principalement.

» En résumé les causes d'erreur sont nombreuses. Pour les mieux étudier, j'ai trouvé avantage à les diviser en groupes de la façon suivante, d'après leurs caractères principaux et la facilité plus ou moins grande de les éviter.

» 1° Défauts optiques et mécaniques de la lunette et du spectrographe, dont l'influence mauvaise est permanente. Leur suppression se heurte parfois à l'obstacle d'une grande dépense.

» 2° Mauvaise position relative de l'objectif, des sources terrestres et du spectrographe. Un réglage préalable et la détermination des distances focales exactes, en fonction de la température, permettront toujours de supprimer cette cause d'erreur.

» 3° Variation du spectrographe pendant la pose. Le changement de température, la flexion, un déplacement de pièces sont à craindre, mais peuvent être évités avec une dépense suffisante. D'ailleurs les erreurs correspondantes sont étudiées aisément avec les méthodes que j'ai décrites en 1898, et sont corrigées facilement avec les spectres terrestres dits *témoins*, qui sont utiles dans tous les cas comme assurant un contrôle efficace.

» 4° Conduite mauvaise de l'étoile sur la fente et mauvais état de

l'atmosphère. La première cause est difficile à contrôler, la seconde est absolument inévitable.

» Ces deux causes, et la seconde surtout, pourront toujours donner des écarts dans les mesures d'une même étoile faites dans la même station et dans des stations différentes. »

ASTRONOMIE. — *Sur les deux dernières comètes.* Note de M. **Perrotin.**

« Deux comètes ont été récemment trouvées ou retrouvées à l'Observatoire de Nice, par M. Giacobini, avec l'équatorial coudé de M. Lœwy.

» La première, celle du 2 décembre 1902, est nouvelle. Son aspect est celui d'une nébulosité de 0',7 de diamètre. Quoique faible, elle est facilement observable et le sera encore jusqu'à la fin du mois de mai.

» La détermination de ses éléments, qui n'allait pas sans difficulté, la méthode générale se trouvant ici en défaut, a été faite, en premier lieu, par M. Fayet, de l'Observatoire de Paris.

» L'éphéméride qu'il en a déduite avait pour correction, à la date du 21 janvier, d'après M. Javelle :

$$\Delta\alpha = -4^s,6, \qquad \Delta\delta = +1',2.$$

» La deuxième comète a été entrevue le 15 janvier et observée seulement à partir du 19.

» C'est une nébulosité à peu près circulaire de 2' de diamètre. Elle est plus belle que la précédente, mais son éclat va en diminuant.

» Les éléments, déduits par M. Giacobini des observations faites, à Nice, les 19, 20 et 21 janvier, rendent assez vraisemblable l'identité de cet astre avec la comète Tempel-Swift dont le retour est actuellement attendu.

» On sera définitivement fixé sur ce point quand on disposera d'éléments basés sur des observations répondant à un arc héliocentrique de quelque étendue. »

EXPÉDITIONS SCIENTIFIQUES. — *Sur la quatrième campagne de la « Princesse Alice II ».* Note de S. A. S. le Prince **Albert Ier de Monaco.**

« Ma campagne scientifique de 1902, la quinzième de la série entière, comprend quelques opérations dans la Méditerranée, suivies d'une croisière de 2 mois sur l'Atlantique Nord. Le personnel des laboratoires comprenait MM. Buchanan, de l'Université de Cambridge, et Sauerwein, enseigne de vaisseau français, pour l'Océanographie; Jules Richard,

directeur du Musée océanographique de Monaco, et le D[r] Neveu-Lemaire pour la Zoologie; le D[r] Portier, de la Sorbonne, pour la Physiologie et la Microbiologie; Gabriel Bertrand, de l'Institut Pasteur, pour certaines recherches de Chimie animale.

» *Océanographie.* — 11 expériences avec le piézomètre ont été faites par M. Buchanan, dans l'Atlantique, jusqu'à la profondeur de 5550^{m}.

» J'ai exécuté, avec le concours de M. Sauerwein, les opérations suivantes : 100 sondages au moyen du tube sondeur Buchanan jusqu'à la profondeur de 5943^{m}, comprenant 48 prises d'échantillons du fond et de l'eau en contact avec lui ainsi que la température correspondante de ces derniers; 2 prises d'échantillon du fond au moyen de tubes de 2^{m}; 50 sondages au moyen de lests suifés; 5 prises d'échantillon d'eau à diverses profondeurs jusqu'à 5943^{m} et au moyen de la bouteille Buchanan, principalement pour servir aux recherches de l'arsenic par M. Gautier; 4 séries verticales complètes de prises d'échantillon de l'eau (avec sa température) située entre la surface et le fond jusqu'à 5830^{m}, au moyen de plusieurs bouteilles Richard.

» De nouveaux sondages sur le banc Princesse-Alice, découvert par moi aux Açores en 1896, ont permis de lui attribuer une étendue beaucoup plus grande qui dépasse maintenant 215^{km} de circonférence.

» Au point situé par 36°6′ de latitude N et 10°16′ de longitude W, vers 95 milles dans l'ouest du détroit de Gibraltar, une température de 9°,4 a été trouvée sur un fond de 1473^{m}, tandis que la température normale de ce niveau dans l'Atlantique ne dépasse pas 4°,5. Il semble que la sonde ait touché une des branches par lesquelles se déversent les eaux sursaturées de la Méditerranée, car cette température de 9°,4 constitue une moyenne entre le minimum de 13° de cette mer et le maximum normalement fourni pour 1473^{m} par l'Océan.

» Un autre sondage intéressant m'a permis d'établir, par la température qu'il rapportait, la présence d'une fosse profonde entre les îles de São Miguel et de Terceira, aux Açores. Cette température, trouvée de 5° à une profondeur de 3075^{m} alors que, dans le milieu de l'Atlantique, une profondeur semblable fournirait une température de 3°, faisait présumer que les eaux environnantes du même niveau étaient séparées de cette fosse par une barrière. Et, de fait, la continuation du travail a montré l'existence d'un seuil qui ne s'abaisse pas au-dessous de 1500^{m} environ et ferme de toutes parts la dépression que j'ai nommée *fosse de l'Hirondelle,* en n'y laissant parvenir que des eaux de 5°, normales pour le niveau du seuil.

» *Zoologie.* — Vingt dragages opérés avec différents chaluts et jusqu'à la profondeur de 5930^{m} ont procuré de nombreux animaux. Sur le banc Joséphine, situé en plein Atlantique par 36°41′ latitude N et 16°32′ longitude W, l'un d'eux a révélé la présence d'une quantité prédominante d'Alcyonnaires atteignant 1^{m} de longueur: *Scirpearia flagellum* avec *Scirpearia ochracea*, formant une véritable forêt : nouvel exemple d'un fait dont j'ai déjà parlé à propos des espèces qui s'approprient certaines localités du domaine maritime. Il s'y trouvait aussi beaucoup de Spongiaires, d'Ophiures et de Crustacés, notamment un *Inachus* à pattes violettes.

» Une station à 4275^{m} de profondeur entre le banc Joséphine et les Açores fournit plusieurs espèces très rares : des Holothuries, *Pseudostichopus villosus*, portant un parasite externe semblable à une Actinie fermée, ce qui établit un cas ignoré, jusqu'ici,

de commensalisme d'un Cœlentéré avec un Echinoderme; de beaux spécimens de Stellérides, *Hymenaster Giboryi*, *Paragonaster subtilis*, *Plutonaster* et *Hyphalaster* peut-être nouveau.

Vers 6 milles dans le sud de São Miguel des Açores, et par la profondeur de 1187^m, j'ai obtenu la magnifique Crevette rouge *Aristeus splendens* et de nombreux Poissons parmi lesquels *Bathygadus melanobranchus* perdait ses écailles tandis que *Macrurus æqualis* gardait les siennes.

» Dans la fosse de l'*Hirondelle* (par 38°6' lat. N et 28°34' long. W) plusieurs cailloux basaltiques altérés dont l'un pèse 28^{kg} ont été ramenés de 3018^m.

» A 3 milles au nord de Fayal et par 950^m de profondeur, une tonne de ponces accompagnait beaucoup d'animaux dragués, au nombre desquels figuraient encore l'*Aristeus splendens* et certains Poissons rares.

A 3 milles dans le nord de São Jorge, et par une profondeur de 1095^m, un mâle adulte d'*Aristeus splendens* est capturé pour la première fois.

Sur un point situé par 42°53' latitude N et 30°51' longitude W le chalut a ramassé de grands Polypiers morts, recouverts d'un produit manganésifère, et paraissant être le *Desmophyllum ingens* de Moseley, une Éponge morte (*Eurete*) et un Poisson bathypélagique voisin du *Cyclothone elongata*, muni d'organes lumineux.

» Les nasses ont pris notamment et à 1350^m de profondeur, non loin de la Corse, différents Poissons dont un *Centrophorus squamosus* qui a donné aussitôt sept petits; deux autres sont nés plus tard dans les aquariums du Musée océanographique de Monaco. Les premiers ont vécu plusieurs heures, les autres sont mort-nés; la mère a vécu près de 3 jours.

» Les lignes de fond descendues entre 1279^m et 1378^m de profondeur ont rapporté *Centroscymnus cœlolepis*, *Antimora viola*, *Mora mediterranea*, *Sebastes dactylopterus*, un *Raja* et un bras de *Céphalopode* inconnu.

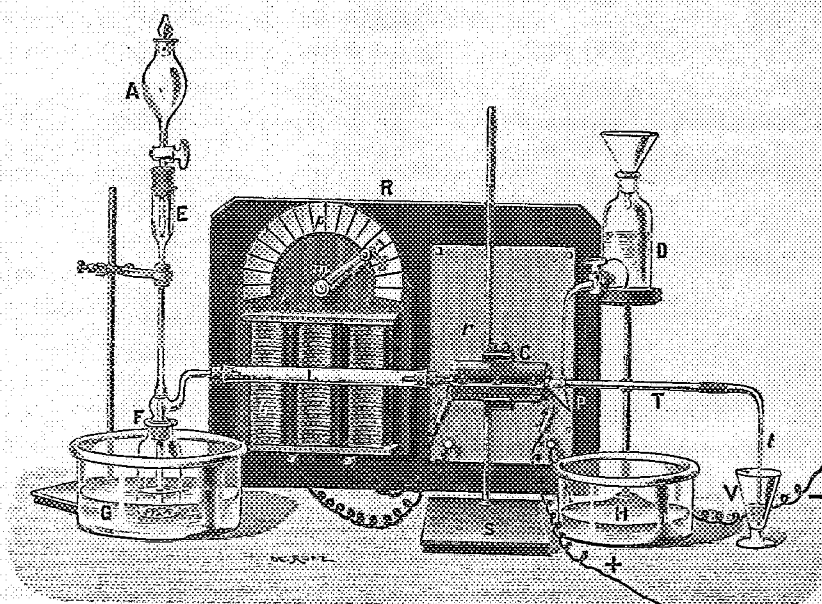
» Si l'on compare les pêches exécutées pendant cette croisière, sur le banc Princesse-Alice situé aux Açores, avec celles exécutées sur le même point pendant les croisières précédentes, ou avec des opérations semblables exécutées quelques semaines plus tôt sur les bancs Gorringe et Joséphine, on trouve que le banc Princesse-Alice, très voisin du lieu qui a vu la rupture d'un câble sous-marin au moment des éruptions de la Martinique, semble totalement abandonné par le poisson.

» Pendant le voyage on a recueilli morts ou mourants, à la surface, plusieurs *Céphalopodes* très rares ou nouveaux (*Taonius pavo*, *Leachia cyclura*, et un spécimen qui ressemble beaucoup au *Stenoteuthis megaptera*). Enfin, un Mollusque, *Myrina pelagica*, trouvé déjà près du Cap de Bonne-Espérance, creusant la graisse de baleines mortes, a été découvert dans un bloc de graisse flottante.

» J'ai harponné dans la Méditerranée trois Cétacés; deux *Globicephalus melas* ayant 3^m,95 et 4^m,92; un *Orca gladiator* de 4^m,70 intéressant par

les Cirrhipèdes parasites très rares (*Xenobalanus*) fixés à ses nageoires et à sa queue.

» Mais certaine expérience que je me proposais depuis longtemps de faire pour compléter mes recherches sur l'alimentation des naufragés, présente une importance capitale. A deux reprises, avec du beau temps et du mauvais temps, j'ai posé à la surface de l'Atlantique par 42° 55′ latitude N et 31° 7′ longitude W; ensuite par 43° 8′ latitude N et 22° 2′ longitude W, vers 444^{km} et 722^{km} de toute côte, un trémail flottant construit d'après mes vues; quelques heures ont suffi chaque fois pour que ce filet très simple et très léger capturât une vingtaine de poissons (*Scombreson saurus*, *Trachurus trachurus*, *Cubiceps gracilis*). C'est la révélation d'un monde dont la prodigieuse abondance couvre peut-être la surface de tous les océans.



» Des recherches récentes de M. Armand Gautier avaient établi l'existence de petites quantités d'arsenic chez l'homme et quelques Mammifères, principalement dans la glande thyroïde. Mais ces recherches avaient été contredites par plusieurs savants. En appliquant sa méthode aux animaux capturés pendant la croisière, M. Gabriel Bertrand a pu démontrer d'une manière rigoureuse que l'arsenic est un élément normal de la cellule vivante, qu'on le rencontre à la fois chez tous les animaux et dans tous les organes.

» C'est en modifiant son appareil, comme le montre la figure ci-contre, par la substitution d'une gaine électrique à la petite rampe à gaz, que M. Bertrand a pu exécuter, au cours même du voyage, plusieurs recherches complètes d'arsenic.

» En outre de son intérêt biologique, cette démonstration présente une grande importance au point de vue médico-légal. Elle permet de soutenir, en effet, qu'une trace d'arsenic isolée des viscères humains peut avoir une origine exclusivement normale.

» Le Dr Portier a relevé la température rectale des Cétacés pris pendant la campagne et il a trouvé que celle d'un Orque, égale à $+36^\circ,7$, n'avait pas varié de $\frac{1}{10}$ de degré 1 heure après l'arrivée de son corps sur le pont du navire.

» La température des Tortues (*Caretta*) a été trouvée supérieure à celle de l'eau, de $0^\circ,6$ à 3°. Celle des Thons (*Thynnus alalonga*) dépasse celle de l'eau de 10°; le maximum existait, non pas au niveau du foie, mais dans la masse musculaire dorsale. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Associé étranger, vacante par suite du décès de M. *Virchow*.

Cette Commission doit comprendre trois Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, trois Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, et le Président en exercice.

MM. **Maurice Levy**, **Darboux**, **Mascart**, **Roux**, **Chauveau**, **Berthelot** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume portant pour titre : « Joannis Bolyai in memoriam, Regia Litt. Universitatis hung. Claudiopolitana ».

M. **J. Carpentier** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, vacante par le décès de M. *Damour*.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les éruptions de nuages denses de la montagne Pelée.* Note de M. **A. Lacroix.**

« Depuis ma dernière Note sur les nuages denses, j'ai pu assister de très près à une série d'éruptions de jour et de nuit, qui me permettent de compléter l'étude de cet intéressant phénomène volcanique.

» Le 16 décembre, nous étions en route à bord du *Jouffroy* pour aller voir dans la vallée de la rivière Blanche un appareil que j'y avais placé quelques jours auparavant sur le trajet habituel de ces nuages. Arrivés à environ 2 milles de l'embouchure de la rivière, nous avons vu, à $8^h 24^m$ du matin, un énorme nuage dense descendre de la base de l'aiguille terminale du cône. Plus rapide que les précédents, il marchait avec une vitesse d'environ $1^{km},5$ à la minute; ses volutes, arrivées à la mer, s'élevèrent à plus de 4000^m. Les photographies jointes à ma Note représentent les diverses phases du phénomène. Le chemin parcouru a été le même que précédemment, mais il s'est produit une petite branche latérale, dirigée vers la rivière des Pères. Arrivé sur la mer, ce nuage s'est rapidement diffusé, puis a obscurci l'horizon pendant plusieurs heures.

» Dès que l'atmosphère a été suffisamment éclaircie au voisinage de la côte, c'est-à-dire $1^h 30^m$ après l'éruption, j'ai cherché à débarquer au point où le nuage avait touché la côte. Celle-ci est aujourd'hui constituée par des falaises à pic de plusieurs mètres de hauteur, au pied desquelles se trouve un cordon de blocs de lave, derniers restes de la destruction incessante produite par l'action de la vague. Ces blocs étaient recouverts par une couche d'au moins 30^{cm} de cendre blanche. Redoutant la température élevée de celle-ci, nous sommes descendus dans l'eau, l'enseigne Deville et moi, à 1^m du rivage; la mer était à une haute température. Après avoir enfoncé jusqu'aux genoux dans un sable volcanique bouillant, nous avons dû réembarquer dans notre canot et renoncer à notre expédition. La température de la cendre, prise sommairement à l'aide d'un thermomètre-fronde, était de 115° C.

» Nous avons alors longé la côte; la vague en mouillant la cendre la transformait en une boue en ébullition tumultueuse; la surface de la cendre sèche, non atteinte par la vague, était couverte de petites cavités cratériformes, dans lesquelles la cendre fine bouillonnait avec rapidité, entraînant dans son mouvement un grand nombre de menus lapillis. Cette

ébullition était due à la sortie de la vapeur formée aux dépens de l'eau qui pénétrait sous la cendre par infiltration. Sur une centaine de mètres, à partir de la côte, la température de l'eau de mer était assez élevée, atteignant par places jusqu'à 40° C., mais cet échauffement était purement superficiel, et à $0^m,15$ de la surface la température était normale (27° C.).

» Ce n'est que le 18 décembre que nous avons pu débarquer à la rivière Blanche; la mer avait emporté toute la cendre tombée au pied des falaises; nous avons escaladé celles-ci, grâce à l'existence d'une coulée de boue, qui, la veille, avait recouvert, sur quelques mètres de largeur, la cendre chaude. Celle-ci était encore extrêmement mobile, à peine tassée dans les dépressions, dont la surface était formée par une légère couche de cendres finement stratifiée et creusée, comme un écumoir, de trous produits par des dégagements de vapeurs.

» En sautant de bloc en bloc, nous avons pu parvenir, au milieu du champ de cendres, jusqu'au gros quartier d'andésite sur lequel était placé mon appareil. Celui-ci consiste en une lourde masse de fonte supportant des baguettes de divers métaux. Je l'ai trouvé recouvert d'environ $0^m,15$ de cendres dont la température était encore de 125° C. L'étain n'avait pas fondu.

» Le nuage, à son arrivée au voisinage de la mer, à plus de 6^{km} du cratère, avait donc une température inférieure à 230° C., mais certainement supérieure à 125° C., puisque mon observation a été faite 48 heures après l'éruption et après un peu de pluie. Je n'ai pu faire aucune observation directe sur ce sujet dans la haute vallée de la rivière Blanche, actuellement inabordable, mais les observations de nuit montrent qu'à leur départ du cratère, les nuages sont toujours incandescents et que souvent ils restent tels sur une grande partie de leur parcours.

» Le refroidissement du nuage est du reste rapide dès qu'il arrive à la mer. Il se produit une condensation partielle et la précipitation d'une grande quantité de ses éléments solides. Un cotre, enveloppé par l'éruption du 16 à 3 ou 4 milles de la côte, a été couvert de cendre et de lapillis qui étaient complètement refroidis. On peut expliquer par ce refroidissement rapide au-dessus de la mer ce fait, que les bateaux mouillés le 8 mai dans la baie de Saint-Pierre, même à proximité de la côte, ont subi les effets calorifiques et leur équipage les effets physiologiques caractérisant la zone périphérique du phénomène, plutôt que ceux de la zone centrale, dans laquelle ils se trouvaient en réalité au point de vue topographique.

» J'ai pu établir les relations existant entre les éruptions des nuages denses et les diverses manifestations produites dans le cône. J'ai observé tous les intermédiaires possibles entre ces éruptions de gros nuages et la production de petites poussées rousses qui accompagnent la montée du magma fondu dans les fissures du cône ou simplement les écroulements de blocs sortant de la base de l'aiguille terminale de celui-ci. C'est quand la poussée interne est plus violente que les parois des fissures du cône cèdent et alors un gros nuage dense sort en entraînant un lambeau du cône. Si le phénomène se produit la nuit, la cicatrice du cône apparaît brillamment lumineuse, parcourue de fissures incandescentes très irrégulières. On voit s'en détacher des blocs longtemps encore après que le nuage a été dissipé.

» Le cône continue à s'accroître, mais les éruptions qui se succèdent depuis plus d'un mois lui font perdre en même temps à peu près ce qu'il gagne. Son altitude, dont nous suivons journellement les variations, se maintient à environ 70^{m} au-dessous de la cote maximum qu'il a atteinte au commencement du mois. Son écroulement a modifié la topographie du cratère; il y a aujourd'hui continuité parfaite entre la partie ouest de celui-ci et le cône; de ce côté, un talus d'éboulis partant de la base terminale aboutit au rebord même du cratère, et des blocs incandescents commencent à rouler dans les hautes vallées de la rivière Lamara et dans celle du Prêcheur, bien que le plus grand nombre d'entre eux continuent à tomber, par l'échancrure Sud-Ouest, dans la vallée de la rivière Blanche. »

ASTRONOMIE. — *Observatoire de Besançon. Éléments de la comète Giacobini* (1902 *d*), par M. **P. Brück**. *Observations de la comète Giacobini* (1903 *a*) *faites à l'équatorial coudé*, par M. **P. Chofardet**, présentés par M. Lœwy.

Éléments de la comète Giacobini (1902 *d*).

« Ces éléments ont été calculés à l'aide des trois observations suivantes : Hambourg, 1902, déc. 3; Besançon, 1902, déc. 11 et 23 :

T = 1903, mars 21,6775; temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 5^{\circ}\ 7'\ 28'',6 \\ \Omega &= 117.29.24,6 \\ i &= 43.55.\ 5,1 \end{aligned}\right\}\ 1903,0.$$

$$\log q = 0,445208$$

» Représentation du lieu moyen :

$$\delta\lambda \cos\beta = +1'', \qquad \delta\beta = -2''.$$

Observations de la comète Giacobini (1903 *a*).

Dates. 1903.	Étoiles.	Temps moyen de Besançon.	ΔR.	ΔP.	Nombre de compar.
		h m s	m s	′ ″	
Janvier 21.......	*a*	6. 8.24	+0.42,85	+ 2. 9,1	12:9
21.......	*a*	6.38.43	+0.44,30	+ 1.50,4	12:9
22.......	*b*	6.14. 8	+1.33,52	+ 2.40,0	12:9
24.......	*c*	6.20.25	+2.35,71	+ 7.55,1	12:12

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1903,0.

Étoiles.	Catalogues.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a.....	AG. Albany, 7960	22.59. 8,05	−0,29	87.13.40,8	− 2,8
b.....	AG. Albany, 7961	22.59.21,96	−0,29	86.58.44,2	− 2,8
c.....	AG. Albany, 7969	23. 0.33,12	−0,29	86.23.54,4	− 2,7

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1903.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Janvier 21..........	22.59.50,61	$\bar{1}$,468	87.15.47,1	$0,796_n$
21..........	22.59.52,06	$\bar{1}$,516	87.15.28,4	$0,798_n$
22..........	23. 0.55,19	$\bar{1}$,484	87. 1.21,4	$0,796_n$
24..........	23. 3. 8,54	$\bar{1}$,502	86.31.46,8	$0,794_n$

» Le 21 janvier, la comète, d'un diamètre apparent de 1′,5 et de 10ᵉ à 11ᵉ grandeur, présente une condensation excentrée vers le sud. Le 24, la condensation est centrale; un petit noyau stellaire, assez vif, s'aperçoit par instant. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes différentiels réguliers.* Note de M. **Ch. Riquier**, présentée par M. Appell.

« J'ai, dans une Note récente [1], considéré des systèmes différentiels satisfaisant à la condition générale suivante : le système est résolu par rap-

[1] Voir les *Comptes rendus* du 12 janvier 1903.

port à certaines dérivées des fonctions inconnues qui s'y trouvent engagées, les seconds membres sont indépendants de toute dérivée principale, et, moyennant l'attribution aux fonctions inconnues de cotes respectives convenablement choisies, chaque second membre ne contient, outre les variables indépendantes, que des quantités (inconnues ou dérivées) dont les cotes ne surpassent pas celle du premier membre correspondant. L'étude de ces systèmes m'a conduit à formuler, relativement à l'existence de leurs intégrales, un ensemble de conditions suffisantes, et je me propose actuellement de faire voir que la recherche des intégrales répondant à des conditions initiales données se ramène, pour quelques-uns d'entre eux, à une recherche de même nature exécutée sur des systèmes plus simples.

» Étant donné un système différentiel résolu par rapport à certaines dérivées des fonctions inconnues qui s'y trouvent engagées, fixons, conformément aux indications de la Note citée, l'économie des conditions initiales; construisons ensuite un quadrillage rectangulaire dont les lignes correspondent aux variables indépendantes $x, y, \ldots$ et les colonnes aux fonctions (ou constantes) arbitraires qui figurent dans les conditions initiales; puis, dans l'une quelconque de ces colonnes, noircissons à l'aide de hachures les cases des diverses variables dont ne dépend pas l'arbitraire correspondante : en répétant cette opération successivement dans toutes les colonnes, nous obtiendrons une sorte de damier où les cases blanches et noires pourront offrir des dispositions relatives variées. Cela étant, le système proposé sera dit *régulier*, si l'on peut adopter pour les lignes de ce damier (c'est-à-dire pour les variables indépendantes $x, y, \ldots$) un ordre tel, que chaque colonne, parcourue de bas en haut, soit ou entièrement blanche, ou entièrement noire, ou formée par la succession d'un fragment blanc et d'un fragment noir.

» D'autre part, nous nommerons *système simple* un système du premier ordre, linéaire par rapport aux dérivées (premières) des m fonctions inconnues qui s'y trouvent engagées, et résolu par rapport aux m dérivées (premières) qui intéressent une seule et même variable.

» Cela étant, les théorèmes d'existence auxquels nous avons fait allusion plus haut, et qui s'appliquent, avec d'importantes simplifications, aux systèmes différentiels *réguliers*, doivent, dans ce dernier cas, être complétés par cette remarque, que *la recherche d'intégrales répondant à des conditions initiales données se ramène à une semblable recherche successivement exécutée dans divers systèmes simples.* »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Condition du choc dans le problème restreint des trois corps.* Note M. T. LEVI-CIVITA, présentée par M. Appell.

« Soit, comme dans ma Communication précédente (12 janvier 1903),

$$\rho = \left|\sqrt{\overline{\mathrm{SP}}}\right|, \qquad \vartheta = \mathrm{J}\hat{\mathrm{S}}\mathrm{P}, \qquad \vartheta' = \frac{d\vartheta}{dt};$$

$$\left\{\begin{array}{l} \Delta = \overline{\mathrm{JP}} = \left|\sqrt{1 + \rho^4 - 2\rho^2\cos\vartheta}\right|, \quad \mathrm{V} = \frac{1}{\Delta} - \rho^2\cos\vartheta, \quad \mathrm{W} = \sin\vartheta\left(1 - \frac{1}{\Delta^3}\right), \\ \mathrm{H} = \pm\sqrt{2\nu - \rho^6\vartheta'^2 + \rho^2(-2\mathrm{C} + 2\mu\mathrm{V} + \rho^4)} \end{array}\right.$$

(μ masse de J, $\nu = 1 - \mu$ masse de S, C constante de Jacobi).

» Les trajectoires, sur lesquelles P et S se choquent au bout d'un temps fini correspondent aux ∞^1 intégrales du système

$$(\Sigma) \qquad \frac{d\vartheta}{d\rho} = -2\rho^2\frac{\vartheta'}{\mathrm{H}}, \qquad \rho\frac{\partial\vartheta'}{d\rho} = -4(\vartheta' + 1) - 2\mu\rho\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{H}},$$

holomorphes pour $\rho = 0$ (et à ces intégrales seulement). En appelant ϑ_0 la valeur arbitraire $\vartheta(0)$ et en remarquant que $\vartheta'(0)$ doit nécessairement se réduire à -1, on aura, pour ces intégrales, des expressions de la forme

$$(1) \qquad \vartheta = \vartheta_0 + \rho\alpha(\rho, \vartheta_0) \qquad \vartheta' + 1 = \rho\beta(\rho, \vartheta_0),$$

α et β étant des séries des puissances en ρ.

» Pour qu'un choc intervienne, il faut et il suffit — peut-on dire d'après ce qui précède — que le mouvement ait lieu sur une des trajectoires (1): il faut donc et il suffit que ρ, ϑ, ϑ' *vérifient à tout instant l'équation qu'on tire des* (1) *en y éliminant* ϑ_0. *Voilà la relation invariante caractéristique du choc.* C'est bien une relation unique, comme le présumait M. Painlevé (voir ses *Leçons de Stockholm*, p. 586). Étudions-la d'un peu plus près.

» Tout d'abord, la première des (1) permet de tirer ϑ_0 en fonction holomorphe de ρ et de ϑ. En introduisant cette valeur dans la seconde, il vient

$$(2) \qquad \vartheta' + 1 = \rho f(\rho, \vartheta),$$

où f est une fonction holomorphe de ρ, dans le domaine $\rho = 0$, pour toute valeur réelle de ϑ.

» Dès que (2) est une relation invariante [par rapport au mouvement et *a fortiori* par rapport au système (Σ)], en la dérivant par rapport à ρ et en tenant compte des (Σ) et d'elle-même, on doit aboutir à une identité. Nous

en concluons que la fonction $f(\rho, \vartheta)$ satisfait à l'équation

$$(3) \qquad 5f + \rho\frac{\partial f}{\partial \rho} = -2\mu\frac{W}{H} - \frac{2}{H}\rho^3(1-\rho f)\frac{\partial f}{\partial \vartheta},$$

où il est sous-entendu que, dans l'expression de H, on a remplacé ϑ' par $\rho f - 1$.

» La méthode des limites montre aussitôt que l'équation (3) admet une intégrale et une seule développable en série de puissances de ρ.

» Si l'on pose $f = \sum_0^\infty {}_n f_n \rho^n$, les f_n peuvent être calculés de proche en proche en identifiant, dans les deux membres de (3), les coefficients des mêmes puissances de ρ.

» Cette intégrale holomorphe de (3) est évidemment (d'après l'origine de l'équation) la fonction f de la relation invariante (2). On a de la sorte un moyen commode pour la déterminer. On en fait, en outre, ressortir une importante propriété, qui ne résultait pas encore de (2).

» C'est que *f est une fonction périodique de ϑ. La condition du choc est donc uniforme, au sens de M. Poincaré;* elle est même algébrique par rapport aux vitesses [1].

» Pour $\mu = 0$, on tire immédiatement, de (3), $f = 0$, et la condition du choc ($\vartheta' + 1 = 0$) exprime que la vitesse angulaire (absolue) de P par rapport à S est nulle ou, si l'on veut, que la vitesse de P est dirigée suivant la droite PS. On pouvait le prévoir, puisque, pour $\mu = 0$, on retombe sur le problème (plan) des deux corps.

» Pour μ quelconque, le calcul des premiers termes donne

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} f = \mu\rho^2\Bigg[\frac{6}{7}\frac{1}{\sqrt{2\nu}}\sin 2\vartheta + \frac{1}{3}\frac{1}{\sqrt{2\nu}}\sin\vartheta\left(5\cos^2\vartheta - \frac{C-\mu}{\nu}\cos\vartheta - 1\right)\rho^2 \\ - \frac{3}{35}\frac{\mu}{\nu}\cos 2\vartheta\rho^3 + \ldots\Bigg], \end{aligned} \right.$$

le radical $\sqrt{2\nu}$ devant être pris avec le signe + ou avec le signe −, selon qu'il s'agit de chocs futurs ou passés.

» On a de la sorte une expression approchée de f, valable, pour ρ assez

---

(1) On sait que M. Painlevé a démontré (*Comptes rendus*, 20 décembre 1897) qu'il ne peut pas en être ainsi dès que *trois masses* au moins ne sont pas nulles. Le problème restreint échappe donc à la démonstration de M. Painlevé et, en effet, il se comporte d'une façon exceptionnelle à ce point de vue.

petit, quel que soit ϑ. (Il fallait arriver jusqu'au troisième terme non nul, puisque les coefficients des deux premiers s'annulent à la fois sur la droite SJ.)

» Au point de vue théorique, la détermination de f est achevée. D'après (3), on sait construire la série qui la représente au voisinage de S; dès lors, le prolongement analytique de la série définit f dans tout le plan des trois corps. Mais il serait intéressant de préciser le champ de validité du développement (4), et plus généralement d'établir comment se comporte la fonction f et comment on peut la calculer pour des valeurs quelconques de ρ.

» Il est à peine nécessaire d'ajouter que (d'après le rôle symétrique de S, J), il suffit de changer dans (2) la signification des lettres pour en tirer la condition d'un choc P, J.

» Une question extrêmement importante se pose maintenant.

» Nous pouvons affirmer, d'après ce qui précède, que, si à l'instant initial la condition (2) et l'autre analogue, relative à un choc P, J, ne sont pas satisfaites, elles ne le seront jamais, et il n'y aura pas de choc. Par d'autres mots, deux inégalités, telles que $\vartheta' + 1 - \rho f \gtrless 0$, assurent la continuation indéfinie du mouvement. Toutefois les corps célestes ne sont pas des points matériels et il est loisible de les traiter ainsi, pourvu seulement que leurs distances ne descendent pas au-dessous d'une certaine limite. Il faut donc (pour pouvoir appliquer à un exemple naturel la conclusion que le mouvement se poursuivra régulièrement en tout temps) savoir d'avance (pour la solution théorique correspondante) non seulement qu'il n'y aura pas de choc, mais bien encore que les distances $\overline{PS}$, $\overline{PJ}$ ne descendront jamais au-dessous d'un ε donné. Quelles en sont les conditions? Deux inégalités de la forme $|\vartheta' + 1 - \rho f| > \eta$, où η dépend de ε, seraient-elles suffisantes? Je n'en puis encore rien dire. »

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la radioactivité induite et sur l'émanation du radium.* Note de M. P. **Curie**, présentée par M. Potier.

« Dans un récent travail ([1]), j'ai étudié les conditions de la disparition de la radioactivité induite par le radium dans une enceinte fermée que l'on soustrait à l'action du radium et que l'on maintient à la température

(1) P. Curie, *Comptes rendus*, 17 novembre 1902.

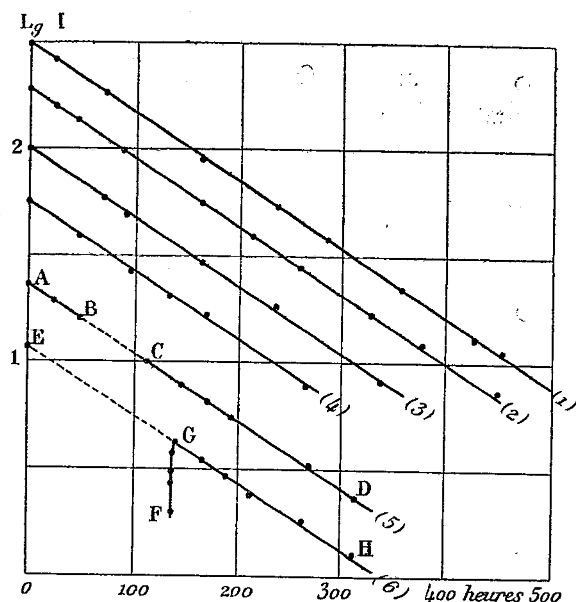
ambiante. L'intensité du rayonnement I des parois de l'enceinte diminue en fonction du temps, suivant une loi exponentielle

$$I = I_0 e^{-\frac{t}{\theta}},$$

θ étant égal à $4,97 \times 10^5$ secondes. L'intensité du rayonnement diminue de moitié en 4 jours.

» J'ai trouvé que la loi de désactivation est encore la même lorsque l'enceinte, au lieu de rester à la température ambiante, est maintenue à 450° ou à — 180°.

» Pour le constater, je fais d'abord, à la température ambiante, des séries de mesures sur les tubes scellés qui se désactivent, puis je porte les tubes, pendant 3 jours, à 450° dans un four électrique. Les tubes sont ensuite ramenés à la température ambiante. On mesure leur activité et l'on trouve que la perte totale, pendant le temps de chauffe, est égale à celle que le tube aurait éprouvée, pendant le même temps, à la température ambiante. J'ai représenté dans la figure ci-dessous le résultat des expériences en portant log I en coordonnées et le temps t en abscisses.



» Les courbes (1), (2), (3), (4) sont relatives à quatre séries d'expériences faites à la température ambiante. Ces courbes sont des droites parallèles entre elles, de coefficient angulaire $-\frac{1}{\theta}$. La courbe (5) donne le résultat d'une expérience faite à 450° : les points de A à B représentent les mesures faites avant la chauffe ; les points de C à D les

mesures faites après la chauffe. Tous ces points sont situés sur une même droite parallèle aux quatre droites précédentes.

» Dans un autre essai les tubes étaient refroidis dans l'air liquide à — 180°. Le point E [courbe (6)] représente une première mesure faite à la température ambiante. Puis le tube est resté plongé dans l'air liquide pendant 6 jours. On recommence ensuite les mesures à la température ambiante. La première mesure (point F), obtenue immédiatement après réchauffement du tube, a donné une valeur de rayonnement deux fois plus faible que celle qu'on aurait eue si le tube était resté constamment à la température ambiante. Mais l'activité du tube augmente ensuite rapidement pendant une demi-heure environ (points de F à G). Les mesures faites ensuite (de G à H) donnent les valeurs que l'on aurait obtenues si le tube était resté constamment à la température ambiante. La droite GH prolongée passe par le point E; cette droite a la même inclinaison que les droites (1), (2), (3), (4).

» Il y a donc, après retour à la température ambiante, une perturbation que l'on peut attribuer à une modification momentanée du rayonnement de l'enveloppe de verre à la suite du refroidissement. Mais ensuite la loi de décroissement ordinaire se rétablit.

» On peut admettre que l'énergie qui est contenue dans l'enceinte et qui entretient l'activité des parois décroît en fonction du temps suivant une loi qui est indépendante de la température entre — 180° et + 450°. J'ai d'ailleurs montré que cette loi est également indépendante des autres conditions très variées dans lesquelles j'ai fait les expériences (nature et pression du gaz, nature des parois, etc.).

» L'énergie produite par chaque atome de radium se dissipe par rayonnement ou par conduction de proche en proche dans les corps fluides. Les expériences actuelles montrent que dans les gaz l'énergie transmise de proche en proche est emmagasinée sous une forme spéciale qui se dissipe suivant une loi exponentielle en provoquant la radioactivité des corps matériels.

» Pour expliquer les phénomènes de la radioactivité induite et la transmission de l'activité par les courants des gaz, M. Rutherford a admis que le théorium et le radium émettent une *émanation radioactive* qui provoque la radioactivité des corps sur lesquels elle vient se fixer. C'est cette émanation qui entretient l'activité induite dans une enceinte fermée activée. M. Rutherford semble croire à la nature matérielle de l'émanation et, dans l'un de ses Mémoires les plus récents (¹), il considère comme vraisemblable qu'il s'agit d'un gaz de la nature de ceux du groupe de l'argon.

» Je pense qu'il n'y a pas actuellement de raisons suffisantes pour

(¹) *Philosophical Magazine*, t. IV, novembre 1902, p. 566.

admettre l'existence d'une émanation de matière sous sa forme atomique ordinaire. Nous avons antérieurement, M. Debierne et moi, vainement cherché des raies nouvelles dans les gaz radioactifs extraits du radium. Enfin l'émanation disparaît spontanément en tube scellé. Je considère aussi comme peu vraisemblable que les effets qui accompagnent l'existence de l'émanation aient leur origine dans une transformation chimique. On ne connaît en effet aucune réaction chimique pour laquelle la vitesse de réaction soit indépendante de la température entre — 180° et + 450°.

» L'expression d'*émanation* est commode et M. Rutherford en a fait constamment usage dans ses nombreux et importants Mémoires relatifs à la radioactivité induite. J'emploierai également cette expression qui pour moi désigne *l'énergie radioactive émise par les corps radioactifs sous la forme spéciale sous laquelle elle est emmagasinée dans les gaz et dans le vide.* Cette forme spéciale d'énergie dans le cas du radium est essentiellement *caractérisée par la constante de temps* de la loi exponentielle suivant laquelle elle se dissipe. La radioactivité des parois solides constitue une autre forme de cette énergie radioactive qui se dissipe suivant une loi différente.

» On peut faire la théorie suivante de la radioactivité : le radium n'émet pas par lui-même des rayons de Becquerel, il n'émet que de l'émanation. Dans les sels de radium solides, l'émanation ne pouvant s'échapper, se transforme sur place en rayonnement de Becquerel. Pour une solution placée dans une enceinte, l'émanation se répand dans l'enceinte et provoque la radioactivité des parois, le rayonnement est extériorisé.

» Une question importante à élucider est celle de savoir quel est le support de l'énergie qui constitue l'émanation. On peut, malgré les objections faites précédemment, admettre avec M. Rutherford que le radium émet un gaz qui sert à transporter l'émanation. On peut encore attribuer ce rôle de support pour l'émanation au gaz qui existe nécessairement dans l'espace où elle est répandue; mais il est difficile alors de comprendre pourquoi la nature du gaz, sa pression, sa température n'ont pas d'influence sur les propriétés de l'émanation. Reste une troisième hypothèse qui consiste à supposer que l'émanation n'a pas pour support la matière ordinaire, et qu'il existe des centres de condensation d'énergie situés entre les molécules du gaz et qui peuvent être entraînés avec lui. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la micrographie des aciers au nickel.* Note de M. Léon Guillet, présentée par M. A. Ditte.

« Depuis les travaux de MM. Hopkinson, H. Le Châtelier, Ch.-Ed. Guillaume, Osmond et Dumas, on sait que le nickel abaisse les points de transformation magnétique des aciers. Ayant examiné au microscope un acier doux recuit contenant 12 pour 100 de nickel et ayant noté la présence de martensite abondante, j'ai pensé que la métallographie microscopique pourrait donner quelques renseignements intéressants sur la constitution des aciers au nickel.

» M. Osmond a déjà signalé (1) que les alliages non magnétiques de fer et de nickel présentent une structure semblable à celle que M. Charpy a trouvée aux laitons contenant de 0 pour 100 à 35 pour 100 de zinc et recuits à haute température.

» Mes observations ont porté sur trois séries d'aciers au creuset très purs, ne contenant que des traces de phosphore, silicium, soufre et manganèse, et dont la teneur en nickel va dans chaque série en croissant de 2,5 en 2,5 environ, depuis 0 pour 100 jusqu'à 30 pour 100. La première série de ces aciers avait une teneur en carbone d'environ 0,120 pour 100; celle de la seconde était d'environ 0,350 pour 100 et celle de la troisième de 0,850 pour 100 environ.

» En examinant les aciers appartenant à la première de ces trois séries, j'ai trouvé que, jusqu'à 7 pour 100 de nickel, la structure est identique à celle des aciers au carbone ordinaire; mais il me semble que la perlite croît avec la teneur en nickel, sans que je puisse affirmer le fait d'une façon absolue. Lorsque la teneur en nickel atteint 10 pour 100, la microstructure change totalement; on aperçoit de la martensite qui va en augmentant avec la teneur en nickel; à 15 pour 100 de nickel, on a de la martensite sensiblement pure; au delà on voit apparaître des cristaux blancs, qui deviennent de plus en plus nombreux en même temps que la teneur en nickel s'accroît. Lorsque celle-ci atteint 25 pour 100 ces cristaux sont nombreux et importants. Enfin, à 30 pour 100, ils envahissent toute la préparation et l'on ne voit plus que les polyèdres déjà signalés par M. Osmond. J'ai fait un certain nombre d'observations sur des aciers de teneurs en nickel comprises entre 35 pour 100 et 92 pour 100 mis à ma disposition par les usines d'Imphy. J'ai trouvé à ces divers aciers des structures semblables à celles de l'acier à 30 pour 100.

» Toutes les attaques ont été faites au moyen d'une dissolution alcoolique d'acide picrique; mais les autres réactifs donnent des résultats identiques. On voit que, pour les aciers extra-doux, on peut admettre les quatre classes suivantes : 1° aciers formés

(1) *Annales des Mines*, janvier 1900.

de ferrite et de perlite; 2° aciers formés de ferrite et de martensite; 3° aciers formés de martensite et de fer γ; 4° aciers formés de fer γ ayant dissous le carbone et le nickel. Pour une certaine teneur en nickel, on a de la martensite pure.

» En examinant les aciers des deuxième et troisième séries, j'ai bien retrouvé le même classement, mais les teneurs de nickel correspondant à chaque groupe varient avec celle en carbone; plus la somme C + Ni est grande, plus la teneur en nickel à laquelle la microstructure change est faible. Le Tableau suivant résume la classification que j'ai été conduit à adopter d'après la microstructure et suivant la teneur en carbone :

Classe.	Caractéristiques micrographiques.	Aciers à 0,120 C.	Aciers à 0,350 C.	Aciers à 0,900 C.
1.	Fer α + perlite (ou cémentite + perlite)........	de 0 à 10 % Ni	de 0 à 7 %	de 0 à 5 %
2.	Fer α + martensite......	de 10 à 15 % Ni	de 7 à 12 %	de 5 à 10 %
3.	Martensite + fer γ.......	de 15 à 27 % Ni	de 12 à 25 %	de 10 à 15 %
4.	Fer γ..................	pour une teneur en Ni > 30	> 25	> 15

» Si l'on rapproche cette classification de celle qui a été faite par M. Dumas ([1]), au point de vue mécanique, on voit que les résultats sont identiques, à cela près que j'ai été conduit à créer un premier groupe comprenant les produits semblables aux aciers ordinaires. La classification des aciers au nickel est donc la suivante pour les aciers doux :

» De 0 à 10 pour 100 de nickel. — Aciers semblables aux aciers ordinaires.

» De 10 à 15 pour 100 de nickel. — Aciers durs formés de martensite et de ferrite.

» De 15 à 21 pour 100 de nickel. — Aciers très durs, formés surtout de martensite et d'un peu de fer γ.

» De 21 à 27 pour 100 de nickel. — Aciers à dureté atténuée formés de martensite et de fer γ en quantité assez importante. Ces quatre premiers groupes comprennent les aciers à haute limite élastique.

» Teneur en nickel supérieure à 27 pour 100. — Aciers à basse limite élastique.

» Il est à remarquer que le passage des aciers irréversibles aux aciers réversibles correspond nettement à l'apparition de la structure polyédrique; je dois même ajouter que le premier acier de chaque série présentant cette structure est non magnétique à la température ordinaire.

» J'étudie actuellement l'influence de la trempe, du recuit, de la cémentation, de la décarburation et du refroidissement sur la microstructure de ces aciers. Je me réserve d'étudier à ce même point de vue les aciers au

([1]) L. Dumas, *Annales des Mines*, avril 1902.

manganèse, au chrome, au tungstène, etc., qui m'ont déjà donné des résultats intéressants. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'existence de superoxydes électrolytiques de plomb, de nickel et de bismuth.* Note de M. **A. Hollard**, présentée par M. Armand Gautier.

» *Plomb.* — On a toujours admis jusqu'ici que le peroxyde de plomb qui se dépose à l'anode d'une solution saline de plomb traversée par un courant est du *bioxyde de plomb* PbO^2, et l'on a donné comme facteur analytique permettant de passer du poids de peroxyde déposé au poids du plomb correspondant le nombre 0,866 qui représente le rapport $\frac{Pb}{PbO^2}$ des poids moléculaires du plomb et du bioxyde. Contrairement à cette assertion nous avons trouvé : 1° que le facteur analytique 0,866 est trop grand et *qu'il se dépose à l'anode, outre le bioxyde* PbO^2, *des oxydes plus oxygénés que* PbO^2; 2° *que la proportion de ces oxydes supérieurs est d'autant plus grande que la concentration du plomb dans le bain est plus petite.*

» Nous avons opéré sur une série de solutions de nitrate de plomb (obtenues avec des plombs très purs, de provenances différentes), occupant toutes le même volume (300^{cm^3}) et tenant en dissolution le même excès d'acide nitrique (12^{cm^3} d'acide à 36°).

» Les quantités de plomb contenues dans ces liqueurs variaient avec chacune d'elles depuis quelques milligrammes jusqu'à 10^g. Pour obtenir à l'anode des dépôts de peroxydes parfaitement adhérents et compacts, même pour de grandes quantités de plomb, nous avons employé une anode en toile de platine *platinée* (1) et nous avons introduit dans le bain une bonne quantité de nitrate de cuivre (correspondant à 10^g de cuivre) (2). Ce nitrate ne déposait qu'une partie de son cuivre sur la cathode, tandis que la totalité du plomb se déposait sur l'anode à l'état de peroxydes. — Les électrodes (anode et cathode) dont nous nous sommes servi sont en platine (3).

---

(1) La toile de platine réalise déjà une grande surface. Le *platinage* consiste à recouvrir électrolytiquement la toile d'une couche de platine dans un bain chargé d'acide chlorhydrique et contenant de l'oxalate d'ammoniaque. Nous obtenons ainsi une surface dont la rugosité est très apte à retenir de grandes quantités de peroxyde de plomb.

(2) L'heureuse influence du nitrate de cuivre sur la compacité du peroxyde de plomb a été trouvée par Dandurand.

(3) Nous les avons décrites quant à leurs formes et à leurs dimensions dans le *Bull. de la Soc. Chim.*, t. XXIII, p. 291 (1900) à cela près que l'électrode tronconique A qui sert ici d'anode est en toile de platine au lieu d'être en feuille de platine.

» Nous donnons dans le Tableau suivant la moyenne de nos résultats. Chaque dépôt de peroxyde n'était pesé qu'après avoir été lavé (1) puis séché dans une étuve chauffée progressivement jusqu'à 200°. La ligne I donne les poids de plomb contenus dans les différents bains; la ligne II donne les facteurs analytiques correspondants $= \left(\frac{\text{poids du plomb}}{\text{poids du peroxyde}}\right)$:

I.	$0^{g},0106$	$0^{g},02$	$0^{g},03$	$0^{g},05$	$0^{g},07$	$0^{g},1$	$0^{g},2$	$0^{g},5$	1^{g}	2^{g}	$2^{g},5$	3^{g}	5^{g}	10^{g}
II.	$0^{g},740$	$0^{g},764$	$0^{g},790$	$0^{g},802$	$0^{g},824$	$0^{g},838$	$0^{g},842$	$0^{g},851$	$0^{g},852$	$0^{g},8545$	$0^{g},855$	$0^{g},856$	$0^{g},859$	$0^{g},861$

» Si l'on traduit ces résultats par une courbe, en portant en abscisses les valeurs de la ligne I et en ordonnées les valeurs de la ligne II, on verra que les facteurs analytiques tendent, à mesure qu'on a affaire à des solutions de plomb plus concentrées, à se rapprocher de la valeur 0,866 qui seule correspond au bioxyde PbO^2.

» *Interprétation de ces résultats.* — Dans l'électrolyse de toutes nos solutions, la quantité d'oxygène qui se porte à l'anode est toujours supérieure à celle que nécessite la formation du PbO^2. Cet excès d'oxygène, très faible pour les fortes concentrations en plomb, devient considérable pour les faibles concentrations; en effet, la concentration de l'oxygène reste la même, quelle que soit la richesse du bain en plomb, et elle ne diminue pas pendant le cours de l'électrolyse. On conçoit donc qu'il puisse se former des peroxydes plus oxydés que PbO^2 et que la proportion de ces peroxydes croisse avec la dilution.

» Les facteurs analytiques obtenus avec les plus faibles concentrations nous montrent que ces peroxydes sont d'ordre très élevé. S'agit-il *d'un seul* peroxyde dont la proportion croîtrait au fur et à mesure que la solution est plus diluée, ou d'une série de peroxydes plus oxydés les uns que les autres? C'est ce que nous n'avons pas encore éclairci.

» En prenant des solutions suffisamment concentrées en plomb, il n'y a pas, au début de l'électrolyse, d'excès d'oxygène par rapport au plomb, et il se forme une première couche de PbO^2, puis, lorsque la concentration a diminué suffisamment par suite du dépôt de peroxyde de plomb à l'anode, il y a excès d'oxygène et, par suite, formation de peroxydes supérieurs en quantités qui croissent au fur et à mesure que la concentration diminue.

» *Nickel.* — Le plomb n'est pas le seul métal qui forme par électrolyse des peroxydes d'un ordre élevé. Le *nickel* en solution de pyrophosphate alcalin additionné d'acide chromique nous a donné (pour une concentration de $0^{g},05$ de nickel pour 300^{cm^3} de bain, le bain étant à une température de 70°) un peroxyde qui, séché à 120°, correspondait à la formule NiO^4 et qui ne variait pas de poids lorsqu'on le chauffait de 120° à 170°. Le courant qui était de 0,1 ampère a passé dans le bain pendant 54 heures (2).

(1) A cet effet, sans détacher les électrodes, on les plonge d'abord un instant dans un premier vase d'eau distillée, puis, *tout en laissant passer le courant*, dans un deuxième vase rempli d'eau distillée, pendant un quart d'heure.

(2) Nous avons omis de vérifier s'il restait encore, au bout de ce temps, du nickel dans le bain. S'il en est resté, le peroxyde déposé correspondrait à un degré d'oxydation supérieure à NiO^4.

» *Bismuth.* — Le bismuth nous a donné à l'anode un dépôt qui, séché à 130°, correspond à la formule Bi^2O^7, pour une concentration de $0^g,05$ de bismuth pour 350^{cm^3} de bain. Le bismuth était à l'état de sulfate en présence de 20^{cm^3} d'acide nitrique à 36° en excès et de 40^g de sulfate de cuivre hydraté pour un volume de bain de 350^{cm^3}. Ce dépôt de peroxyde de bismuth est *de couleur jaune citron* et ne change pas de poids quand on le porte à 180° (¹).

» Nous n'avons pas recherché si la constitution des peroxydes de nickel et de bismuth variait avec les concentrations des métaux. D'ailleurs, nous n'avons pu en déposer plus que la quantité correspondant à $0^g,05$ de métal, ce qui limitait forcément cette étude. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les équilibres qui se produisent entre le cuivre, le silicium et le manganèse, et sur le siliciure de manganèse* Si^2Mn. Note de M. P. LEBEAU, présentée par M. H. Moissan.

« L'étude que nous avons faite de l'action d'un grand nombre de métaux sur le siliciure de cuivre, nous a conduit à constater que certains d'entre eux, tels que l'argent, l'étain, le zinc, l'aluminium, présentant une réelle affinité pour le cuivre, forment avec ce métal un alliage. Le silicium est mis en liberté et se retrouve, cristallisé dans la masse, après refroidissement. Il est facile de l'en extraire par un traitement aux acides. D'autres métaux au contraire réagissent sur le siliciure de cuivre fondu, en s'emparant du silicium pour produire un siliciure défini, ou en donnant tout à la fois des combinaisons avec le silicium et avec le cuivre. Ces essais nous ont en outre démontré que le siliciure de cuivre ou même le cuivre silicié fondu était un excellent dissolvant de la plupart des siliciures métalliques et même du silicium.

» Le cuivre silicié pauvre en silicium peut donc être envisagé comme un liquide, dans lequel il nous est facile de faire réagir, sur un poids donné d'un métal, des proportions croissantes de silicium. Ce dernier étant introduit sous forme de siliciure de cuivre défini $SiCu^2$, puis sous forme de silicium libre. On peut produire ainsi une série de systèmes chimiques dans lesquels peuvent exister, outre des combinaisons possibles du cuivre et du métal

(¹) Ici le système d'électrode était constitué par le système Luckow modifié (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 23); le cône qui servait d'anode était devenu, par suite d'un usage prolongé et de calcinations répétées, d'une rugosité préférable encore au platine platiné.

mis en réaction, un ou plusieurs siliciures de ce même métal. La connaissance complète des divers constituants de tels équilibres ne peut guère être obtenue qu'en utilisant à la fois les procédés d'investigation d'ordre chimique, physique et métallographique. Toutefois, si l'on se limite à l'étude des siliciures métalliques existant après la solidification, le problème devient beaucoup plus facile à résoudre. Ces composés sont en effet presque toujours peu attaquables par les réactifs. L'acide azotique, par exemple, qui dissout très facilement le siliciure de cuivre et la plupart des alliages de ce métal, est à peu près sans action sur un très grand nombre de siliciures, ce qui permet d'isoler ces derniers.

» On préparera donc une série de culots métalliques, renfermant en proportions déterminées les éléments cuivre, silicium et métal à combiner; on pourra ensuite en séparer aisément, à l'aide de réactifs appropriés, des résidus renfermant un ou plusieurs siliciures. Les produits que l'on obtient ainsi sont toujours cristallisés. Par leur analyse et leur examen microscopique, il sera possible d'en déterminer la véritable nature et par suite d'établir dans quelles conditions il faudra se placer pour produire un siliciure défini. Nous donnerons comme exemple l'étude des composés siliciés du manganèse.

» Pour permettre l'interprétation plus facile des résultats, nous avons préparé des culots métalliques dans lesquels le cuivre et le manganèse étaient dans un rapport sensiblement constant, la teneur en silicium croissant seule d'un produit au suivant.

» Dans une première série de déterminations ces culots étaient préparés en réduisant par le sodium en présence de cuivre un mélange de fluosilicate de potassium et d'oxyde de manganèse Mn^3O^4. Le 1[er] terme de cette série avait été obtenu de la façon suivante : 50g de cuivre en tournure, 23g d'oxyde Mn^3O^4, 33g de fluosilicate de potassium et 19g de sodium sont mélangés et projetés dans un creuset préalablement porté au rouge au four Perrot. La réaction commence immédiatement; on continue à chauffer pendant une demi-heure environ et on laisse refroidir lentement. On obtient ainsi un culot parfaitement fondu.

» Pour préparer le terme suivant on augmente la quantité de fluosilicate de 16g,5, et celle de sodium, de façon à assurer une réduction complète. La composition brute de chaque culot est ensuite déterminée sur une fraction moyenne. Le reste est traité alternativement par l'acide azotique, puis par la lessive de soude étendue. Le résidu cristallin isolé de cette façon est examiné au microscope et analysé. Nous avons été ainsi conduit à faire les constatations suivantes :

» Le rapport du poids du cuivre à celui du manganèse restant à peu près constant et voisin de 3 à 1, les culots renfermant moins de 10 pour 100 de silicium total ont fourni des résidus cristallisés entièrement formés de prismes et présentant une composition très voisine de celle exigée par la formule $SiMn^2$.

» A mesure que la teneur en silicium s'élève au-dessus de 10 pour 100, on voit appa-

raître des quantités de plus en plus grandes de nouveaux cristaux d'aspect tétraédrique et, pour une teneur supérieure à 15 pour 100, ces derniers subsistent seuls. A ce moment, la composition des résidus reste de nouveau la même et correspond à la formule SiMn. Toutefois, lorsque l'on atteint près de 30 pour 100 en silicium total, on constate la formation de cristaux plus petits, octaédriques, moins brillants, légèrement attaquables par la soude étendue. En même temps, la proportion de silicium croît de nouveau dans ces produits. La quantité de ce métalloïde contenue dans les culots devenant de plus en plus grande, les cristaux tétraédriques diminuent progressivement et l'on voit, avant leur complète disparition, une troisième catégorie de cristaux prendre naissance. Ces derniers sont transparents et de couleur rouge brun sous une faible épaisseur. Nous les avons nettement identifiés avec le silicium cristallisé. On les élimine en prolongeant l'action de la lessive de soude étendue. Au fur et à mesure que le titre en silicium augmente, la composition des résidus, dans lesquels les cristaux tétraédriques se font de plus en plus rares, tend vers une limite qui est représentée par la proportion de silicium exigée par la formule Si^2Mn. Une masse métallique ayant donné à l'analyse les chiffres suivants: cuivre, 14,90; silicium, 80,43; manganèse, 3,25, a abandonné, sous l'action des réactifs indiqués ci-dessus, un résidu très bien cristallisé et très homogène renfermant : silicium, 49,93; manganèse, 50,63. Nous étions donc en présence du siliciure Si^2Mn à peu près pur; sa composition théorique étant, en effet, silicium, 50,45; manganèse, 49,54 pour 100.

» Ce siliciure se présente en cristaux assez petits d'un gris foncé, d'aspect octaédrique et ayant, à 13°, une densité de 5,24. Ils sont inattaquables par l'acide azotique, l'acide sulfurique, mais se dissolvent facilement dans l'acide fluorhydrique à froid. Les lessives alcalines concentrées les détruisent également très rapidement.

» Cette étude méthodique nous a conduit à admettre l'existence des trois siliciures définis de manganèse $SiMn^2$, $SiMn$ et Si^2Mn, en même temps qu'elle nous a permis d'en préciser les conditions de formation. Elle nous a en outre démontré que pour obtenir les composés persiliciés, qui sont aussi les plus dissociables, il ne suffisait pas de se trouver en présence de silicium libre, mais qu'il fallait encore que ce silicium eût en quelque sorte une certaine concentration dans le mélange. Ce fait est facile à rapprocher de nombreux exemples puisés dans l'étude des solutions salines.

» Enfin nous ajouterons qu'en utilisant dans d'autres essais des rapports différents pour les poids du cuivre et du manganèse, nous avons observé dans les variations d'aspect et de composition des produits cristallisés des phénomènes identiques, mais pour des teneurs en silicium total différentes : ce qu'il était d'ailleurs facile de prévoir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux acides phosphorés dérivés de la méthyléthylcétone.* Note de M. C. **Marie**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une série de Notes, j'ai montré que l'acide hypophosphoreux est susceptible de se condenser avec une ou deux molécules d'acétone pour produire les acides mono- et dioxyisopropylhypophosphoreux. J'ai montré en outre que, par oxydation, le premier de ces acides fournit l'acide oxyphosphinique correspondant, l'acide oxiisopropylphosphinique. Dans cette Note j'étudierai la même réaction appliquée à la méthyléthylcétone.

» On fait bouillir au réfrigérant à reflux l'acide PO^2H^3 (1^{mol}) cristallisable et un grand excès (4^{mol}) de méthyléthylcétone pure. Le point d'ébullition du mélange, qui est d'environ 82° à la pression ordinaire, s'élève lentement en même temps que la réaction caractéristique de PO^2H^3 au SO^4Cu diminue d'intensité. Après une centaine d'heures, la température d'ébullition atteint 86° et ne varie plus. A ce moment l'excès de méthyléthylcétone est distillé et le produit visqueux dont le poids correspond d'ailleurs à la fixation d'une seule molécule de cétone est dissous dans l'eau; la solution épuisée à l'éther pour éliminer une petite quantité d'un corps huileux est saturée par un excès de carbonate de plomb. On obtient ainsi d'une part une solution, de l'autre un précipité.

» La solution est évaporée à sec et le sel vitreux obtenu, pulvérisé, est dissous dans de l'alcool bouillant auquel on ajoute peu à peu une petite quantité d'eau. Par refroidissement et repos il cristallise un sel blanc en croûtes dures qui, d'après son analyse, représente le sel $(PO^2H^2CH^3COC^2H^5)^2Pb$ correspondant à l'acide monacétonique. Le sel ainsi purifié peut alors être recristallisé par dissolution dans l'eau et évaporation.

» Quant au précipité, outre le CO^3Pb en excès, il contient uu sel phosphoré dont on extrait facilement l'acide par H^2S. Après évaporation de la solution acide il reste un sirop épais qui ne tarde pas à cristalliser et qui est constitué en grande partie par l'acide oxyphosphiniqne $PO^3H^3CH^3COC^2H^5$ souillé de faibles quantités d'acides phosphoreux et phosphorique. On le purifie facilement par cristallisation dans l'acétone additionnée d'alcool méthylique.

» *Acide :* $PO^2H^3CH^3COC^2H^5$. — On traite par H^2S le sel de plomb préparé comme il est dit plus haut, et la solution est évaporée dans le vide. On obtient ainsi un sirop incolore, incristallisable même à —20°, très hygroscopique, soluble dans l'alcool, l'acétone et donnant avec les bases des sels tous solubles. Outre le sel de plomb qui sert à préparer cet acide, j'ai obtenu les sels d'argent et de cuivre. Ils ressemblent complètement aux sels correspondants de l'acide oxyisopropylhypophosphoreux (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 286); le sel de cuivre est seulement plus soluble

même en présence d'alcool. Quant au sel d'argent précipité de sa solution aqueuse par l'acétone ou l'alcool, il paraît plus stable à la température ordinaire que l'oxyisopropylhypophosphite. A chaud, il se décompose brusquement au-dessus de 100°.

» L'acide libre, chauffé avec une molécule d'aldéhyde benzoïque à 100°, fournit un acide solide qui constitue sans doute l'acide mixte $(C^6H^5CHO)(CH^3COC^2H^5)PO^2H^3$. Cet acide, ainsi que celui obtenu avec l'acide oxyisopropylhypophosphoreux et quelques autres, sera décrit dans une Note spéciale.

» *Acide :* $PO^3H^3CH^3COC^2H^5$. — Cet acide peut se retirer, comme il est dit plus haut, des sels insolubles de la préparation de l'acide $PO^2H^3CH^3COC^2H^5$, mais il vaut mieux le préparer directement par oxydation de cet acide. Pour cela il suffit de traiter la solution de ce dernier par un léger excès de brome; une simple évaporation à sec fournit l'acide oxyphosphinique presque pur. On le recristallise dans un mélange d'acétone et d'alcool méthylique et on l'obtient alors sous forme de fines lamelles fondant à 158-159°. Ce corps est facilement soluble dans l'eau, les alcools méthylique et éthylique, très soluble à chaud dans l'acide acétique, peu soluble à froid, peu soluble dans le chloroforme ou l'acétone, insoluble dans l'éther. Il répond d'après son analyse à la formule $PO^3H^3CH^3COC^2H^5$.

» Son poids moléculaire déterminé acidimétriquement correspond également à cette formule, mais, pour avoir des résultats exacts, il faut opérer comparativement avec l'acide $PO^3H^3CH^3COCH^3$, car les virages, aussi bien à l'hélianthine qu'à la phtaléine, sont moins nets qu'avec les acides oxyphosphiniques dérivés des aldéhydes. Il convient d'ailleurs d'employer la baryte pour les titrages; cet acide est, bien entendu, nettement bibasique comme son homologue inférieur l'acide oxyisopropylphosphinique.

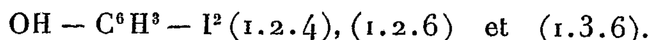
» Il fournit, quand on le traite par le chlorure de benzoyle en présence de pyridine, l'acide benzoylé $PO^3H^2(C^4H^8O)(C^6H^5CO)$. Cet acide s'extrait de la dissolution en passant par son sel de plomb. Il est peu soluble à froid dans l'eau, mais par évaporation, soit à chaud, soit à froid, il se sépare toujours sous la forme d'une huile incristallisable même à —20°.

» *Sel d'argent :* $PO^3HAg^2CH^3COC^2H^5$. — Ce sel constitue un précipité cristallin et s'obtient facilement parfaitement blanc par le mélange d'une solution du sel de soude avec un excès d'AzO^2Ag.

» En résumé, la méthyléthylcétone ne fournit pas avec PO^2H^3 l'acide dicétonique correspondant à l'acide dioxyisopropylhypophosphoreux; on obtient simplement l'acide monocétonique $PO^2H^3CH^3COC^2H^5$, et par oxydation l'acide oxyphosphinique $PO^3H^3CH^3COC^2H^5$. Ces deux acides constituent les homologues supérieurs des acides oxyisopropylhyperphosphoreux et oxyisopropylphosphiniques décrits précédemment. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau phénol diiodé.* Note de M. P. **Brenans**, présentée par M. A. Haller.

» J'ai étudié antérieurement ([1]) les dérivés diiodés du phénol



$$OH - C^6H^3 - I^2 (1.2.4), (1.2.6) \quad \text{et} \quad (1.3.6).$$

La présente Note a pour objet de faire connaître un quatrième isomère, le *phénol diiodé* $OH - C^6H^3 - I^2$ (1.3.5); je l'ai obtenu en partant de l'*orthonitraniline diiodée* $C^6H^2 - AzH^2 - Azo^2 - I^2$ (1.2.4.6) par la succession des réactions suivantes : 1° le dérivé diazoïque de ce dernier corps, décomposé au moyen de l'alcool absolu, a fourni le *nitrobenzène diiodé* $C^6H^3 - Azo^2 - I^2$ (1.3.5); 2° la base provenant de la réduction de ce nitrodiiobobenzène, l'*aniline diiodée* $C^6H^3 - AzH^2 - I^2$ (1.3.5), a été diazotée; 3° enfin le sel du diazoïque, chauffé en présence d'eau, a donné le *diiodophénol* $OH - C^6H^3 - I^2$ (1.3.5). Je vais indiquer les conditions dans lesquelles ces transformations ont été effectuées et exposer les propriétés des corps nouveaux obtenus.

» I. *Orthonitraniline diiodée :* $C^6H^2 - AzH^2 - Azo^2 - I^2$ (1.2.4.6). — J'ai décrit dans une Note précédente ([2]) cette substance qui m'a servi de point de départ; je lui ai attribué la constitution indiquée par la formule ci-dessus. Je me suis appuyé pour cela sur sa transformation en nitrobenzène diiodé $C^6H^3 - Azo^2 - I^2$ (1.3.5) composé déjà connu ([3]). Les circonstances de cette transformation sont les suivantes.

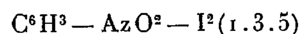
» II. *Nitrobenzène diiodé :* $C^6H^3 - Azo^2 - I^2$ (1.3.5). — Pour changer l'orthonitraniline diiodée en nitrobenzène diiodé, on dissout 15^g de ce corps dans 30^{cm^3} d'acide sulfurique concentré. La solution refroidie vers 5° est additionnée, en agitant au moyen d'une turbine, de 5^g à 6^g de nitrite de soude pulvérisé, par portions de $0^g,25$. L'addition effectuée en une heure, on continue à agiter le mélange, sans le refroidir, jusqu'à ce que la température soit remontée à 10°. On reconnaît que le dérivé diazoïque s'est formé en essayant sur une petite quantité de la liqueur la copulation du diazo avec l'acide β-naphtoldisulfonique.... $OH - (HSO^3)^2$ 1.2.6; quand la réaction est opérée on obtient une matière colorante azoïque rouge. On verse le mélange dans 125^{cm^3} d'alcool absolu bouillant; puis on distille l'aldéhyde et une partie de l'alcool. On introduit la liqueur refroidie dans un litre d'eau glacée. Le précipité de nitrodiiodo-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 831; t. CXXXIV, p. 357; t. CXXXV, p. 177.
([2]) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXVII, p. 963.
([3]) Willgerodt et Arnold, *Berichte der deut. chem. Gesell.*, t. XXXIV, p. 3346.

benzène impur ainsi obtenu, essoré et lavé, est dissous dans l'alcool chaud et la solution maintenue à l'ébullition avec du noir animal. La liqueur filtrée bouillante laisse déposer 7g à 8g d'un corps cristallisé en aiguilles aplaties, jaunes; après une nouvelle cristallisation le produit fond à 103° et présente la composition d'un *nitrobenzène diiodé* $C^6H^3O^2I^2Az$.

» J'ai comparé le composé ainsi préparé au nitrobenzène diiodé



$$C^6H^3 - AzO^2 - I^2(1.3.5)$$

obtenu par MM. Willgerodt et Arnold en décomposant le sulfate diazoïque de la paranitraniline diiodée $C^6H^2 - AzH^2 - AzO^2 - I^2(1.4.2.6)$ au moyen de l'alcool absolu. Comme le point de fusion attribué à ce produit par les auteurs est 95°-96°, j'ai répété leur expérience; en réalité les deux *nitrobenzènes diiodés* dont il s'agit sont un seul et même corps, fusible à 103° et non à 95°-96°, fournissant par réduction une seule et même *aniline diiodée*. J'ajouterai que le rendement est plus que doublé, si l'on emploie à la préparation de ce nitrodiodobenzène l'orthonitraniline diiodée au lieu de la paranitraniline diiodée.

» III. *Aniline diiodée :* $C^6H^3 - AzH^2 - I^2(1.3.5)$. — L'aniline diiodée, obtenue en réduisant le nitrobenzène diiodé 1.3.5 des deux origines signalées plus haut, fond à 107° et non à 105° (MM. Willgerodt et Arnold). J'ai observé en outre que l'*acétanilide* $CH^3 - CO - AzH - C^6H^3 - I^2$ préparée avec la diiodaniline 1.3.5 des deux provenances ne fond pas à 101°-102°, comme l'ont indiqué les mêmes savants, mais se volatilise sans fondre à 257°-258°. J'ai vérifié que la composition du produit que j'ai préparé est bien celle d'un acétanilide diiodé.

» IV. *Phénol diiodé :* $OH - C^6H^3 - I^2(1.3.5)$. — Pour transformer la diiodaniline $C^6H^3 - AzH^2 - I^2(1.3.5)$ en *phénol diiodé* $OH - C^6H^3 - I^2(1.3.5)$, on dissout 5g de la base dans 60cm³ d'acide sulfurique concentré. La solution est versée en agitant avec une turbine dans 250cm³ d'eau, le sulfate de l'amine se précipite très divisé. Au mélange refroidi vers —5° on ajoute, lentement et en continuant à agiter, une solution de 1g,25 de nitrite dans 50cm³ d'eau glacée.

» L'addition terminée en une heure, on agite encore une heure ou deux en laissant la température remonter vers 15°. On constate que le dérivé diazoïque s'est bien formé en ajoutant à quelques gouttes du mélange un peu d'acide naphtoldisulfonique et observant le développement d'une matière colorante azoïque rouge. On porte peu à peu le liquide émulsionné à l'ébullition ; il se sépare un composé huileux dont une partie entrée en dissolution cristallise par refroidissement. Le produit de la réaction, recueilli et lavé, est purifié en le dissolvant, au BM, dans de la potasse étendue; une quantité importante d'une matière résineuse ne se dissout pas. La solution alcaline est précipitée par l'acide chlorhydrique. On dissout le précipité séparé dans l'eau bouillante; par refroidissement de la liqueur, on obtient un corps cristallisé en aiguilles incolores, fusibles à 103°-104°. Le rendement est de 2g à 2g,25. Ce composé est très soluble dans les solvants organiques; il distille un peu avec la vapeur d'eau et présente la composition d'un *diiodophénol* $C^6H^4OI^2$; c'est l'isomère $OH-C^6H^3-I^2$ (1.3.5).

» Son *éther éthylique* $C^2H^5O - C^6H^3 - I^2(1.3.5)$ distille avec la vapeur d'eau sous

forme d'une huile incolore, se congelant par le froid. On l'obtient par refroidissement lent de sa solution dans l'alcool méthylique en longues aiguilles, fusibles à 29°-30°. Cet éther est soluble dans l'alcool, l'alcool méthylique, l'acide acétique et surtout le benzène. Il présente la composition d'un *phénéthol diiodé* $C^8H^8OI^2$.

» Son *éther acétique* C^2H^3O-C^6H^3-I^2(1.3.5) cristallise dans l'éther de pétrole ou l'alcool méthylique en aiguilles incolores, fusibles à 79°. Ce corps très soluble dans l'acide acétique, le benzène, présente la composition $C^8H^6OI^2$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire dans les éthers homologues du bornéol, de l'isobornéol et de l'acide camphocarbonique.* Note de MM. **J. Minguin** et **Gr. de Bollemont**, présentée par M. Haller.

« *Éthers bornyliques.* — Nous avons montré récemment [1] qu'une même fraction du poids moléculaire des éthers bornyliques : formiate, acétate, propionate, etc., laurate, dissoute dans un même volume d'un dissolvant, donne au polarimètre une déviation sensiblement constante. Nous confirmions ainsi une loi formulée par M. Tchügaeff de la façon suivante : « Le pouvoir rotatoire *moléculaire* $M_D = \alpha_D \times M$ reste constant dans une même série homologue à partir d'un certain terme de cette série [2]. Pour compléter cette étude, nous avons préparé, d'après le processus indiqué par M. Berthelot [3], un éther, à poids moléculaire très élevé, le stéarate de bornyle et quelques autres éthers nouveaux non saturés, le crotonate et l'oléate.

» Dans le Tableau ci-dessous, nous donnons les propriétés physiques de ces éthers ainsi que celles du cinnamate, quoique ce dernier n'appartienne pas à la même série.

Noms des composés.	¼ de molécule dans 1000cm³.	Déviation pour une longueur de 20cm. Sol. alcool.	Solut. benz.	Points d'ébullition.
Stéarate de bornyle, $C^{28}H^{52}O^2$.	2g,625 dans 25cm³	»	$\alpha = -4°10'$	»
Oléate, $C^{28}H^{50}O^2$............	2g,6125	$\alpha = -4°14'$	»	295° 18mm
Crotonate, $C^{14}H^{22}O^2$..........	1g,3875	$\alpha = -4°44'$	»	173° 19mm
Cinnamate, $C^{19}H^{24}O^2$.........	1g,775	$\alpha = -5°\ 2'$	»	fond à 33°

» La déviation $-4°10'$ pour le stéarate de bornyde est la constante

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 608. — *Bull. Soc. chim.*, t. XXVII, p. 593.

(2) *D. ch. G.*, t. XXXI, p. 360, 1775, 2451.

(3) *Comptes rendus*, t. LXII, p. 263.

polarimétrique dans la benzine de toute la série des éthers bornyliques. Si nous avions pu opérer dans l'alcool, sans nul doute, nous aurions obtenu — 4° 30′ environ, qui est la constante polarimétrique dans l'alcool de cette série. Les nombres correspondant au crotonate et à l'oléate nous montrent que, contrairement à ce qui se passe dans certaines molécules (¹), la double liaison n'exerce pas une bien grande influence sur le pouvoir rotatoire. Il en est de même pour le cinnamate de bornyle qui n'appartient pas à la même série.

» *Éthers isobornyliques.* — Dans le même but, nous avons préparé un certain nombre d'éthers isobornyliques, dont deux seulement, le formiate et l'acétate, étaient connus (²). Nous sommes partis d'un isobornéol de pouvoir rotatoire dans l'alcool $\alpha_D = -32° 05'$.

» Nous donnons ci-dessous les propriétés de ces éthers :

Noms des composés.	¼ molécule dans 1000cm³.	Déviation pour une longueur de 20cm. Sol. alcoolique.	Sol. benz.	Pouvoir rotatoire du bornéol régénéré.	Points d'ébullition.	
Formiate d'isobornyle, $C^{11}H^{18}O^2$.	1g,1375 dans 25cm³	$\alpha = -3° 10'$	»	$\alpha_D = -24° 3'$	103°	16mm
Acétate, $C^{12}H^{20}O^2$............	1g,225	$-4° 14'$	»	»	106°	14mm
Propionate, $C^{13}H^{22}O^2$..........	1g,3125	$-5° 8'$	$-4° 45'$	$-28°$	150°	13mm
Isobutyrate, $C^{14}H^{24}O^2$..........	1g,400	$-5° 20'$	$-4° 53'$	»	120°	14mm
Butyrate, $C^{14}H^{24}O^2$............	1g,400	$-5° 40'$	$-5° 6'$	$-29° 2'$	123°	11mm
Valérianate, $C^{15}H^{26}O^2$..........	1g,4875	$-5° 56'$	$-5° 28'$	$-31° 27'$	136°	12mm
Laurate, $C^{22}H^{40}O^2$............	2g,1	$\alpha = -6°$	$-5° 34'$	$-32°$	202°	30mm

» En examinant ce Tableau, on croirait que les éthers isobornyliques n'obéissent pas à la loi énoncée plus haut et que la constance dans la déviation n'est atteinte qu'à partir du valérianate. L'exception n'est qu'apparente, et l'on s'en rend bien vite compte, si l'on considère le pouvoir rotatoire des bornéols régénérés par saponification. Ce pouvoir rotatoire va en effet en diminuant depuis le bornéol régénéré du valérianate jusqu'à celui du formiate. Ceci nous permet alors de dire que les premiers termes : acide formique, acétique, propionique, etc., déshydratent partiellement et inégalement l'isocamphol en donnant du camphène inactif. Celui-ci, en se combinant aux acides, fournit des éthers inactifs qui abaissent le pouvoir rotatoire.

(¹) HALLER, *Comptes rendus*, t. CII, p. 1490. — FORSTER, *Chem. Cent. Bl.*, 4e série, 1903, p. 233.

(²) BERTRAM et WALBAUM, *Journ. f. prakt. Chem.*, 2e série, t. XLIX, p. 15.

» Remarquons en passant que, comme dans les éthers bornyliques, la benzine a pour effet de diminuer légèrement, et à peu près de la même quantité, le pouvoir rotatoire de tous les éthers isobornyliques.

» *Éthers camphocarboniques.* — Dans le même ordre d'idées, nous nous sommes adressés aux éthers camphocarboniques, dont deux seulement étaient connus, l'éther méthylique et éthylique (¹).

Noms des composés.	$\frac{1}{4}$ molécule dans 1000^{cm^3} d'alcool.	Déviation pour une longueur de 20^{cm} sol. alcoolique.	Points d'ébullition.	
Camphocarb. de méthyle $C^{12}H^{18}O^3$..	$1^g,3125$ dans 25^{cm^3}	$\alpha = +6°10'$	162°	16^{mm}
Camphocarb. d'éthyle $C^{13}H^{20}O^3$.....	$1^g,400$	$+6°30'$	164°	20^{mm}
Camphocarb. de propyle $C^{14}H^{22}O^3$...	$1^g,4875$	$+6°38'$	170°	19^{mm}
Camphocarb. d'isobutyle $C^{15}H^{24}O^3$..	$1^g,575$	$+7°14'$	177°	19^{mm}
Camphocarb. d'allyle $C^{14}H^{20}O^3$.....	$1^g.415$	$\alpha = +7°6'$	160°-170°	20^{mm}

» Si la constance n'est pas à comparer à celle des éthers bornyliques, on peut très bien en attribuer la cause à la formation d'isomères dans la préparation des éthers camphocarboniques. D'après les travaux de M. Brühl (²), il semble, en effet, que la forme énolique $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C - CO^2R \\ \| \\ COH\end{array}\right.$ puisse exister en même temps que la forme cétonique. On peut envisager aussi la présence de stéréoisomères. Quoi qu'il en soit, on aperçoit une certaine allure caractérisant une série de composés analogues. Ici encore, la double liaison n'a pas beaucoup d'influence; il suffit, pour s'en rendre compte, de comparer les déviations du camphocarbonate d'allyle et de son composé saturé correspondant, le camphocarbonate de propyle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chloruration des carbures aromatiques substitués, par le chlorure plombique ammoniacal.* Note de MM. **A. Seyewetz** et **P. Trawitz**, présentée par M. A. Haller.

« Le chlorure plombique ammoniacal $PbCl^4(AzH^4Cl)^2$, utilisé comme source de chlore naissant, donne, avec les carbures benzéniques, des

(¹) Minguin, *Ann. de Phys. et de Chim.*, t. II, 1894, p. 279. — V. Roser, *D. ch. Ges.*, t. XVIII, p. 3113.

(²) *D. ch. Ges.*, t. XXXV, p. 3510.

dérivés halogénés substitués dans le noyau aromatique ([1]). Nous avons étudié l'action de ce composé sur les carbures aromatiques substitués : chlorés, bromés, iodés et nitrés.

» A. CARBURES CHLORÉS DANS LA CHAINE LATÉRALE : *Chloruration du chlorure de benzyle.* — Le chlorure plombique ammoniacal réagit sur le chlorure de benzyle bouillant avec dégagement d'acide chlorhydrique. On ajoute au chlorure de benzyle d'abord le tiers de la quantité théorique de chlorure plombique, et l'on maintient au réfrigérant ascendant jusqu'à décoloration du chlorure. A ce moment on essore et lave le chlorure de plomb avec un peu de chlorure de benzyle. On recommence l'opération dans les mêmes conditions en ajoutant successivement le deuxième et le troisième tiers du chlorurant. Le liquide final soumis à la rectification donne en majeure partie, vers 205°-206°, du chlorure de benzylidène et vers 213°-214° une petite quantité de phénylchloroforme. Ces deux corps ont été identifiés par leurs propriétés, par la saponification avec l'eau qui a donné de l'acide benzoïque et par le dosage du chlore dans le composé bouillant vers 213°-214°.

» *Chloruration du phénylchloroforme.* — Le chlorure plombique parfaitement sec ne réagit que très faiblement sur le phénylchloroforme à l'ébullition. En opérant comme précédemment, la rectification donne du phénylchloroforme non transformé et des traces de phénylchloroforme monochloré $C^6H^4\langle\begin{smallmatrix}Cl & (1)\\ CCl^3 & (4)\end{smallmatrix}$ caractérisé par sa transformation en acide parachlorobenzoïque $C^6H^4\langle\begin{smallmatrix}Cl & (1)\\ COOH & (4)\end{smallmatrix}$.

» B. CARBURES CHLORÉS DANS LE NOYAU AROMATIQUE. — 1. *Chloruration de l'orthochlorotoluène.* — Le chlorure plombique réagit facilement sur le chlorotoluène bouillant. On maintient au réfrigérant ascendant l'orthochlorotoluène avec le tiers seulement de la quantité théorique de chlorurant pour avoir un mélange suffisamment fluide. Il se dégage de l'acide chlorhydrique et le chlorure se décolore. Lorsque le dégagement d'acide cesse, on essore, on lave le chlorure de plomb avec du chlorotoluène (1.2) et l'on ajoute la seconde partie de chlorurant, puis la troisième, en opérant comme précédemment. La rectification donne une faible quantité de chlorotoluène non attaqué et exclusivement le composé $C^6H^4\langle\begin{smallmatrix}Cl & (1)\\ CH^2Cl & (2)\end{smallmatrix}$ bouillant à 213°-214° que nous avons caractérisé : 1° Par sa transformation en acide orthochlorobenzoïque fusible à 136°-137° (oxydation par une solution étendue de permanganate).

» 2° Par sa saponification par l'eau bouillante qui donne de l'alcool orthochlorobenzylique fusible à 66°.

» 2. *Chloruration du parachlorotoluène.* — Ce dernier réagit comme son isomère ortho sur le chlorure plombico-ammoniacal.

» On obtient avec un bon rendement le composé $C^6H^4\langle\begin{smallmatrix}Cl & (1)\\ CH^2Cl & (4)\end{smallmatrix}$ bouillant à 214°, fusible à 29° identifié :

» 1° Par sa transformation en acide parachlorobenzoïque fusible à 236°;

([1]) SEYEWETZ et BIOT, *Comptes rendus*, 15 décembre 1902.

« 2° Par saponification avec l'eau bouillante qui a donné de l'alcool parachlorobenzylique fusible à 70°-71°;

» 3° Par le dosage du chlore.

» 3. *Chloruration du chlorobenzène.* — Le monochlorobenzène en excès ne réagit que très lentement à sa température d'ébullition sur le chlorure plombico-ammoniacal. Il se dégage d'abord du chlore, puis de faibles quantités d'acide chlorhydrique. Le chlorure plombique se décolore lentement (2 jours d'ébullition pour 70g de chlorobenzène et 50g de chlorure plombique). En tubes scellés la réaction ne semble pas être plus facile. En chauffant pendant 10 heures à 210° un mélange de chlorure plombique et un excès de chlorobenzène, on n'a pas obtenu la décoloration complète du chlorure.

» Nous avons ainsi obtenu à côté du chlorobenzène non attaqué une petite quantité de paradichlorobenzène distillant à 172° et fusible à 53° qui a été caractérisé par le dosage du chlore.

» C. Carbures bromés, iodés, nitrés : 1. *Chloruration du monobromobenzène.* — On chauffe à l'ébullition au réfrigérant à reflux le monobromobenzène (50g) avec la quantité théorique de chlorure plombique ammoniacal (140g) ajouté en 4 portions de 35g chacune, dans les mêmes conditions que pour les essais précédents. Il se dégage du brome et de faibles quantités d'acide chlorhydrique. La rectification du produit final donne du chlorobenzène, du bromobenzène et de petites quantités de tribromochlorobenzène fusible à 80°-81° identifié par le dosage total du chlore et du brome.

» 2. *Chloruration du monoiodobenzène.* — Le chlorure plombico-ammoniacal sec, réagissant sur le benzène mono-iodé à l'ébullition (190°) donne du mono-chlorobenzène et de l'iode libre. En présence de l'eau ou de l'acide chlorhydrique la température de décomposition du chlorure plombique est abaissée. On obtient en chauffant le mélange vers 100° un corps se sublimant partiellement que l'on extrait par lavage au chloroforme et évaporation de cette solution. Ce composé chauffé perd du chlore vers 80° et à 125° il reste du benzène iodé. Il possède toutes les propriétés du corps $C^6H^5ICl^2$ et a été identifié par le dosage total du chlore et de l'iode.

» 3. *Chloruration du nitrobenzène et de l'orthonitrotoluène.* — Le nitrobenzène chauffé à sa température d'ébullition ou pendant 5 heures en tubes scellés vers 210° avec le chlorure plombico-ammoniacal ne semble pas réagir sur ce corps. Il se dégage surtout du chlore et de petites quantités d'acide chlorhydrique. La rectification ne donne que du nitrobenzène et il reste un résidu goudronneux.

» L'orthonitrotoluène se comporte comme le nitrobenzène.

» *Conclusions.* — 1° Le benzène monochloré est difficilement attaqué à sa température d'ébullition ou en tubes scellés même vers 210°, par le chlorure plombico-ammoniacal.

» Le benzène bromé et le benzène iodé donnent des dérivés chlorobromés et choro-iodés.

» 2° Avec les homologues du benzène déjà chlorés dans le noyau aromatique, il ne se produit pas de nouvelle substitution dans ce noyau mais bien dans la chaîne latérale, que celle-ci soit ou non déjà chlorée.

» 3° Dans les carbures aromatiques à chaîne latérale seulement substitués dans cette chaîne par un halogène, la substitution s'y continue sans que le noyau aromatique soit attaqué.

» 4° La présence de groupes nitrés semble empêcher la chloruration par le chlorure plombico-ammoniacal. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les acides αβ-diméthylglutariques.* Note de M. **E.-E. Blaise**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1113) que la condensation du cyanacétate d'éthyle sodé avec le bromopivalate d'éthyle conduit à un acide $C^7H^{12}O^4$ différent de l'acide αα-diméthylglutarique. Pensant avoir affaire à un acide αβ-diméthylglutarique, je me suis occupé de la synthèse de celui-ci.

» L'acide αβ-diméthylglutarique renferme deux atomes de carbone asymétriques et, par suite, il en peut exister deux isomères racémiques. La synthèse de ce corps a déjà été tentée par M. Montemartini (*Gazetta*, n° 26, t. II, p. 280), qui n'est arrivé qu'à des produits impurs et liquides.

» Prévoyant des difficultés dans la séparation des deux isomères, j'ai cherché à les obtenir séparément en partant de molécules déjà orientées stéréochimiquement.

« J'ai donc condensé le cyanacétate d'éthyle sodé, d'une part avec le tiglate et, d'autre part, avec l'angélate d'éthyle.

» La condensation avec l'éther tiglique a été effectuée à chaud et a fourni un éther cyané,



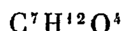
$$C^2H^5O - CO - CH(CH^3) - CH(CH^3) - CH(CAz)CO^2C^2H^5,$$

bouillant à 172° sous 17^{mm}. Par saponification, on obtient un acide qui, chauffé à 145°, perd CO^2 sans s'anhydriser. L'acide bibasique ainsi obtenu a été purifié par éthérification ; l'éther éthylique bout à 138° sous 24^{mm} et donne par saponification l'acide αβ-diméthylglutarique qu'on fait cristalliser dans le benzène. Cet acide fond à 82°-88°; il est attaqué même à froid par le chlorure d'acétyle qui le transforme en un anhydride bouillant à 273°-276°. L'anhydride donne avec l'aniline un acide phénylamidé fondant à 147° et, avec la *p*-toluidine, l'acide toluidé correspondant qui fond à 117°-118°; enfin, hydraté, il régénère l'acide primitif.

» On sait que les alcalis, à chaud, transforment l'acide angélique en acide tiglique; la condensation du cyanacétate d'éthyle sodé avec l'angélate d'éthyle a donc été effectuée à froid; elle exige alors une dizaine de jours et fournit un éther cyané bouillant à 176° sous 25^{mm}. L'éther non condensé bout intégralement à 142°-144° et, par saponification, il donne exclusivement de l'acide angélique; il n'y a donc aucune transpo-

sition dans les conditions où la réaction a été effectuée. L'éther cyané, traité comme précédemment, conduit à un acide αβ-diméthylglutarique fusible à 82°-83°, attaquable à froid par le chlorure d'acétyle et dont tous les dérivés sont identiques à ceux qu'on obtient en partant de l'acide tiglique. Comme d'ailleurs il n'y a pas transposition de l'acide angélique en acide tiglique au cours de la réaction, il en résulte que contrairement aux prévisions stéréochimiques, les acides angélique et tiglique fournissent le même produit de condensation. Il est bon d'ailleurs de rappeler que ces deux acides donnent le même corps, par fixation d'acide bromhydrique, alors qu'ici encore, on devrait obtenir deux racémiques isomères. L'oxydation permanganique des acides fumarique et maléique reste donc le seul cas où la différence de constitution stéréochimique entraîne la différence des produits de réactions ultérieurs.

» Les recherches précédentes montrent d'autre part que l'acide



$$C^7H^{12}O^4$$

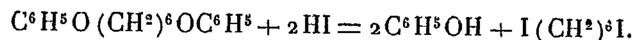
obtenu en partant du bromopivalate d'éthyle est différent de l'un au moins des acides αβ-diméthylglutariques prévus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation et propriétés de l'hexanediol 1.6. ou glycol hexaméthylénique et de ses principaux dérivés.* Note de M. l'abbé **J. Hamonet**, présentée par M. G. Lemoine.

« Pour passer du diphénoxyhexane, dont j'ai publié dernièrement la préparation (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 96), au glycol hexaméthylénique, j'ai suivi la méthode classique : transformation en hexane diiodé, diacétine et saponification.

» *Hexane diiodé.* — Ce corps a déjà été obtenu par M. Wassily Solonina (*Berichte*, t. XXVI, p. 2987), mais probablement en trop petite quantité, pour qu'il lui ait été possible d'en déterminer exactement les propriétés.

» Pour le préparer on chauffe vers 120°, pendant quelques heures, le diphénoxyhexane avec une solution concentrée d'acide iodhydrique



$$C^6H^5O(CH^2)^6OC^6H^5 + 2HI = 2C^6H^5OH + I(CH^2)^6I.$$

Il se forme deux couches; la partie inférieure séparée par décantation est débarrassée d'iode par lavage avec une solution d'acide sulfureux, et de phénol par une solution alcaline.

» L'hexane diiodé est un liquide incolore, qui distille très bien, sans décomposition sensible, à 163° sous la pression de 17mm,5. Densité à 18° : 2mm,5. Refroidi par de l'eau glacée il cristallise en longues aiguilles, qui fondent à + 9°,5. C'est par cristallisations fractionnées que j'ai pu obtenir ce corps parfaitement incolore et fondant à + 9°,5. M. Wassily Solonina le décrit comme fondant à 6°-7° et ne bouil-

lant pas sans décomposition. L'analyse m'a donné, iode pour 100 : 75,18 et 75,02; calculé pour $C^6H^{12}I^2$: 75,14.

» *Diacétine de l'hexanediol.* — Pour l'obtenir, j'ai dissous 50g d'hexane diiodé dans 50g d'acide acétique cristallisable, et j'ai versé peu à peu le mélange sur une bouillie formée de 50g d'acétate d'argent et de 50g d'acide acétique. Dans ces conditions, la réaction se produit sans trop grande élévation de température; on l'achève en chauffant quelque temps au bain-marie. Après épuisement par l'éther et distillation de ce dernier, il convient de traiter de nouveau le mélange restant par une petite quantité d'acétate d'argent pour transformer l'hexane diiodé, que n'aurait pas atteint la première réaction. Un nouvel épuisement à l'éther fournit un liquide, que l'on distille d'abord à la pression ordinaire, puis à pression réduite. Quand tout l'acide acétique est enlevé, le reste passe à 142° sous la pression de 16mm. C'est la diacétine du glycol hexaméthylénique. L'analyse a donné : C pour 100, 59,49 et 59,67 au lieu de 59,40; H pour 100, 8,91 et 8,81; calculé, 8,91.

» La diacétine de l'hexanediol est un liquide incolore insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther. Son odeur est agréable, sa saveur amère et brûlante. Dans un mélange de glace et de sel elle cristallise en longues aiguilles, qui fondent à + 5°. Elle bout à 262° sous la pression de 765mm. Densité à 18° : 1,017.

» *Glycol hexaméthylénique ou adipique :* $CH^2OH(CH^2)^4CH^2OH$. — La saponification de la diacétine a été opérée au moyen de la quantité théorique de potasse pulvérisée. Après avoir chauffé quelque temps le mélange au bain-marie, on a distillé dans le vide. Les premières gouttes qui passent ont encore l'odeur de la diacétine; bientôt le liquide qui distille se prend en cristaux dans le récipient.

» On dissout ces cristaux dans l'eau, et l'on enlève avec de l'éther les traces de diacétine, qui rendent la solution laiteuse. Après évaporation de l'eau, le glycol cristallise en aiguilles rayonnantes. A l'analyse on a trouvé : C pour 100, 60,95, 60,77, et H pour 100, 11,77, 11,79; la théorie demande pour $C^6H^{14}O^2$: C pour 100, 61,01, et H pour 100, 11,86.

» Le glycol hexaméthylénique est un *solide* blanc à saveur fraîche et légèrement amère. Il est soluble dans l'eau, dans l'alcool et même un peu dans l'éther anhydre bouillant. Il fond à 42° et distille *sans aucune décomposition,* soit dans le vide à 152° sous la pression de 17mm, soit dans l'air à 254° sous la pression de 767mm, par conséquent plus bas que sa diacétine. On le voit, il y a loin de ces propriétés à celles que MM. L. Haworth et W.-H. Perkin attribuent à leur glycol hexaméthylénique, qu'ils décrivent comme un *liquide sirupeux, bouillant, non sans décomposition, à* 235°-240°.

» *Le dibenzoate d'hexaméthylène* préparé par l'hexane diiodé et le benzoate d'argent cristallise en lames brillantes, qui fondent à 56°. L'analyse a donné : C pour 100, 73,07 au lieu de 73,61, et H pour 100, 6,56 au lieu de 6,59.

» *Le dicarbanilate d'hexaméthylène* $(C^6H^5AzHCO^2CH^2CH^2CH^2)^2$ a été obtenu par l'action de l'isocyanate de phényle $COAzC^6H^5$ sur le glycol dissous dans l'éther anhydre bouillant; peu soluble dans l'éther, il se dissout assez bien à chaud dans le chloroforme, d'où il se précipite par refroidissement en cristaux fondant à 171°-172°. A l'analyse il a donné : Az pour 100, 8,92; la théorie demande pour $C^{20}H^{24}O^4Az^2$: Az pour 100, 8,69.

» Que le glycol obtenu soit le glycol hexaméthylénique ou adipique, c'est ce qu'on peut raisonnablement conclure de la méthode employée pour le préparer. J'ai tenu cependant à en établir la constitution par une nouvelle preuve. J'ai transformé son diiodure en dinitrile, puis en acide subérique.

» *Nitrile subérique.* — Je l'ai obtenu en chauffant pendant 45 minutes 34^{gr} d'hexane diiodé avec 18^{gr} de cyanure de potassium et 50^{gr} d'alcool à 90°. Après avoir chassé la la majeure partie de l'alcool, j'ai épuisé le résidu par le chloroforme. Par distillation, j'ai isolé environ 11^{gr},5 au lieu de 13^{gr} d'un liquide qui m'a donné à l'analyse azote pour 100 : 20,90; calculé pour $C^8H^{12}Az^2$, 20,588.

» Ce nouveau nitrile est un liquide incolore, bouillant sans décomposition à 185° sous la pression de 15^{mm}, densité à 18° : 0,954. Dans un mélange de glace et de sel, il cristallise en belles aiguilles qui fondent à — 3°,5.

» *Nouvelle synthèse de l'acide subérique.* — 2^{gr} de nitrile subérique ont été chauffés en tube scellé au bain-marie, avec 40^{gr} d'acide chlorhydrique concentré, pendant 45 minutes. Le tube s'est rempli de cristaux, qui ont été d'abord lavés à l'eau froide, puis dissous dans l'eau bouillante. Par refroidissement, la solution laisse déposer de fines aiguilles qui fondent à 140°, point de fusion de l'acide subérique.

» L'hexane diiodé et le glycol correspondant sont donc bien les composés biprimaires 1.6 ou *hexaméthyléniques*.

» Ce travail, joint à celui que j'ai publié en 1901 sur le *butanediol* 1.4 (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 259, 345, 630), jette, ce me semble, un nouveau jour sur l'intéressante série des glycols *biprimaires*, dont on ne connaissait jusque-là d'une façon exacte et sûre que le glycol éthylénique de Wurtz et le glycol triméthylénique de Reboul. »

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à la physiologie de l'oreille interne.* Note de M. **Marage**, présentée par Yves Delage.

« La question à résoudre est la suivante : étant donné que l'étrier se déplace de millièmes de millimètre (¹), quelle est la nature des mouvements que ces déplacements impriment aux liquides de l'oreille interne : la périlymphe et l'endolymphe?

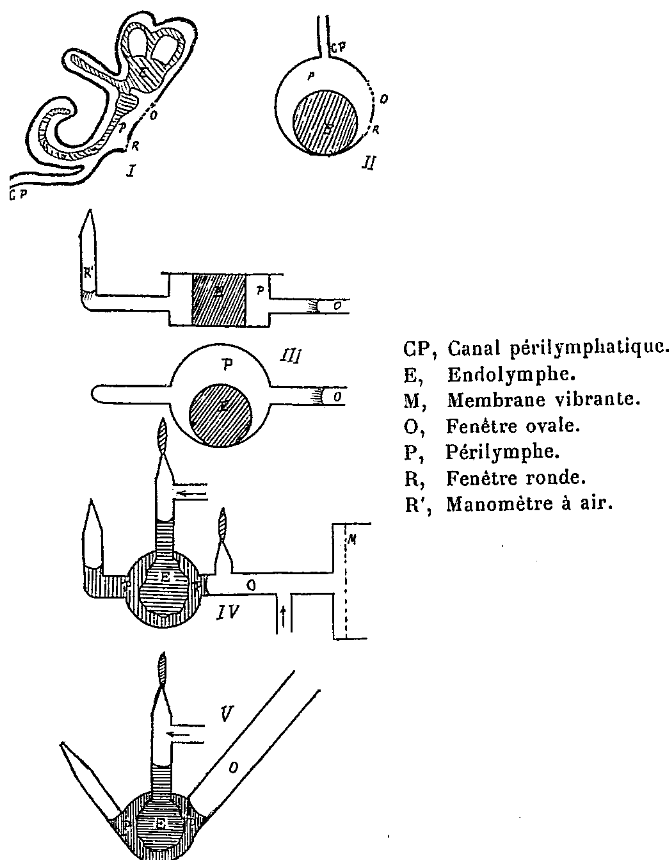
» Deux théories sont aujourd'hui en présence; la première, encore classique, est celle de Helmholtz : pour cet auteur « ce sont des vibrations transmises aux liquides, et certaines parties de l'organe de Corti vibrent à l'unisson ». La seconde théorie, plus récente, admet que ce sont des mouvements du liquide, en totalité, qui vient frotter à la fois toute la surface

(¹) Note à l'Académie de Médecine, février 1901.

épithéliale auditive. Je vais exposer des expériences qui montrent que ces deux théories ne semblent pas absolument exactes, et qu'il faut en admettre une troisième.

» *Première expérience.* — Dans un tube de verre de 2^{mm} de rayon, de manière que sa section droite ait une surface à peu près égale à celle de l'étrier, on met de l'eau distillée contenant des otolithes de grenouille, et l'on soumet ce liquide aux vibrations de la sirène à voyelles, transmises par l'intermédiaire d'une membrane de caoutchouc; quelles que soient l'intensité des vibrations et leur durée, quel que soit le volume du liquide, il est absolument impossible de le faire entrer en vibration; la théorie de Helmholtz, sans citer d'autres raisons fort nombreuses, semble donc bien improbable.

» *Deuxième expérience.* — L'oreille interne est représentée schématiquement dans la figure I; un sac membraneux, fermé, contenant l'endolymphe E et les cellules auditives, est plongé dans un récipient qui renferme la périlymphe P; ce liquide est mis en rapport avec l'extérieur par les trois moyens suivants :



» *a.* La fenêtre ovale O qui suit les déplacements de l'étrier;

» *b.* La fenêtre ronde R dont la surface est la moitié de la première, elle suit en sens inverse tous les mouvements de la fenêtre ovale;

» *c.* Le canal périlymphatique CP qui communique avec le liquide céphalo-rachidien. La figure II représente un schéma encore plus simplifié, mais contenant les éléments essentiels de l'oreille interne.

» On peut facilement reproduire ce dispositif de la façon suivante : deux petits cylindres de même hauteur (*fig.* III), mais de diamètre inégal, sont tangents intérieurement; leurs bases sont formées de deux lamelles de verre; le cylindre intérieur (endolymphe) est en baudruche très mince; le cylindre extérieur en verre (périlymphe) communique avec deux tubes à 180° l'un de l'autre : l'un des tubes est recourbé et effilé, il contient de l'air R' qui forme un petit manomètre et représente la résistance opposée par la fenêtre ronde et le canal périlymphatique; les deux cylindres sont remplis d'eau contenant des otolithes; les liquides sont soumis, par l'intermédiaire du tube ouvert O, à des vibrations bien déterminées et dont on connaît le tracé.

» Si l'on examine au microscope ce qui se passe pendant les vibrations, on constate que la périlymphe est animée de mouvements de va-et-vient en totalité, tandis que l'endolymphe est absolument immobile; donc les cellules auditives ne sauraient être influencées par des transports de liquide en totalité, puisque le liquide dans lequel elles baignent ne bouge pas.

» *Troisième expérience.* — Il s'agit de prouver que le sac endolymphatique est soumis à des différences de pression; pour cela on répète l'expérience précédente en remplaçant les deux cylindres par des sphères tangentes intérieurement (*fig.* IV et V); la sphère intérieure, en baudruche très mince, communique avec un tube ouvert et effilé, relié latéralement avec un autre tube par lequel arrive du gaz acétylène; le tout est rempli du même liquide que l'appareil précédent; le volume total du liquide est le même que celui de l'oreille interne (190^{mm^3} environ).

» Si l'on examine le ménisque au microscope, on voit qu'il est animé de mouvements très rapides de bas en haut, qui indiquent des différences de pression.

» Il est important de voir si ces différences de pression ont un certain rapport avec les tracés des voyelles; pour cela, on allume le gaz acétylène et, avec un chronophotographe de Marey, à mouvement continu, on photographie la flamme lorsque le liquide est soumis aux vibrations des voyelles.

» On constate que l'on obtient les mêmes tracés que si l'on photographiait directement les vibrations dans l'air. Donc, le sac endolymphatique, qui, dans la nature, est complètement clos, est soumis à des pressions variables et groupées de façon spéciale pour chaque voyelle.

» *En résumé,* les vibrations, en arrivant au tympan, communiquent à l'étrier des déplacements qui sont au plus de l'ordre du $\frac{1}{1000}$ de millimètre; ces déplacements, transmis par la périlymphe, impriment au sac endolymphatique des variations de pression qui sont groupées comme les tracés des vibrations qui arrivent au tympan; on pourrait presque dire que l'étrier agit à la façon d'un manipulateur du télégraphe Morse, et, dans l'endolymphe, il n'y a ni vibration, ni translation de liquide en totalité, mais simplement des différences de pressions.

» Autant qu'il est possible d'en juger d'après les déplacements du ménisque, examinés au microscope, les variations de pression dans l'oreille interne sont représentées par des unités de même ordre que les actions qui impressionnent les autres nerfs sensoriels ou sensitifs; le nerf acoustique cesse donc d'être une exception et rentre dans la loi commune. »

HISTOLOGIE. — *Cycle évolutif des tissus privés de leurs rapports intimes avec les nerfs*. Note de M. **N.-Alberto Barbieri**, présentée par M. Alfred Giard.

« Plusieurs observateurs ont déjà décrit chez les Mammifères les troubles qui, dans les tissus, suivent la section des nerfs correspondants. Cependant, je crois qu'on n'a pas essayé d'éliminer toutes causes possibles de collatéralité nerveuse. Voici comme on peut opérer :

» On met à nu chez des Lapins le muscle biceps, on serre par une double ligature l'extrémité supérieure de ce muscle. L'espace libre compris entre les deux ligatures doit être au moins de 2^{cm}. Cette même double ligature est répétée à l'extrémité inférieure du biceps. On sépare alors le biceps par deux sections faites entre la double ligature supérieure et la double ligature inférieure. On pratique la section de la branche tantôt unique, tantôt double, que le nerf musculo-cutané envoie au biceps. Le muscle ainsi séparé de ses insertions osseuses et des nerfs se trouve en rapport avec le reste de l'organisme seulement par les vaisseaux sanguins. Une aiguille, enfoncée à l'intérieur des fibres du biceps isolé, ne provoque pas la moindre contraction. Mais si, 30 ou 35 jours après l'opération, on examine le biceps ainsi isolé, on trouve que le tissu musculaire est réduit de forme et de volume. Il suffit alors d'enfoncer une aiguille dans les fibres musculaires pour provoquer des contractions fibrillaires très évidentes. Ces contractions suivent les mouvements rythmiques du cœur; on peut aisément les augmenter si l'on coupe au cou du Lapin l'un des deux nerfs vagues. On voit alors les contractions fibrillaires devenir très rapides, très intenses et toujours rythmiques, en concordance avec celles du cœur. Les fibres musculaires du biceps isolé ayant perdu leurs tonus se trouvent seulement sous l'influence de la contraction artérielle. Dans une période encore plus éloignée de l'opération (3 mois), on trouve la masse musculaire de plus en plus réduite; enfin les fibres du biceps isolé finissent par se transformer en tissu tendineux. Ce tissu tendineux s'est formé lentement de la périphérie au centre du biceps. Ce même tissu tendineux se remarque dans les opérations d'hétéroplastie musculaire toutes les fois que les fibres d'un segment de biceps emprunté à un Lapin et intercalé entre les bouts d'un biceps sectionné chez un autre Lapin ne forment plus partie intégrale de la structure et de la fonction du biceps chez le Lapin porteur du tissu emprunté [1].

---

[1] *Comptes rendus*, 23 avril 1900.

» On isole, chez d'autres Lapins, le biceps de la manière ci-dessus indiquée et, si on laisse intactes les branches nerveuses en coupant, avec les précautions nécessaires, seulement les vaisseaux sanguins, on voit que la marche du phénomène n'est pas exactement la même. Au bout de trois mois environ, on constate qu'une légère atrophie s'est produite dans les fibres musculaires du biceps isolé. Il est probable que les liquides intersticiels des tissus, ou la lymphe, ont assuré, bien que d'une manière insuffisante, la nutrition du biceps isolé. On ne peut pas provoquer des contractions fibrillaires à l'aide des aiguilles enfoncées à l'intérieur du muscle isolé. Enfin, chez d'autres Lapins, on isole le biceps et on laisse intact le faisceau neuro-vasculaire. C'est seulement au bout de cinq mois qu'on constate alors une légère atrophie, due probablement au repos très prolongé du biceps isolé. Cependant le plus grand nombre des fibres musculaires du biceps isolé conservent encore leur forme et leur structure normales.

» Toutes les opérations doivent être exécutées avec le plus grand soin; la suture des téguments externes doit se produire absolument par première intention, et aucune cause pathologique ne doit troubler la marche normale des opérations.

» Les glandes séparées des nerfs s'atrophient lentement et laissent un tissu conjonctif, probablement le tissu conjonctif du stroma glandulaire.

» Ces observations ne sont guère favorables à la théorie qui admet que, dans les opérations d'hétéroplastie chez les Mammifères, un tissu, greffé en dehors de ses rapports anatomiques habituels, peut remplir la fonction du même tissu enlevé avant ou après l'opération d'hétéroplastie.

» De ces recherches préliminaires il me semble résulter que les nerfs jouent un rôle actif et considérable dans l'évolution morphologique et dans l'évolution chimique de tous les tissus. »

BOTANIQUE. — *Sur l'ovule et la fécondation des Asclépiadées.* Note de M. **Paul Dop**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Note précédente [1] j'ai décrit le développement et la structure de l'ovule des Asclépiadées de la tribu des *Céropégiées* en prenant comme exemple le *Stapelia variegata* L. Depuis, j'ai étendu ces recherches à diverses espèces appartenant aux principales tribus de la famille.

» J'ai, en outre, étudié les phénomènes intimes de la fécondation dans les deux espèces suivantes : le *Gomphocarpus fruticosus* R.-Br. et l'*Araujia albens* Don.

[1] Paul Dop, *Sur le développement de l'ovule des Asclépiadées* (*Comptes rendus*, 10 novembre 1902).

» *Développement de l'ovule.* — Dans tous les cas examinés, l'ovule, réduit à son nucelle, se développe comme une excroissance du placenta sans présenter jamais de tégument. Au début de son évolution c'est un mamelon cylindrique, dont les modifications ultérieures de forme se ramènent à deux types. Dans l'*Asclepias Douglasi*, le *Marsdenia erecta* et le *Gomphocarpus textilis*, la forme primitive se conserve, de telle sorte qu'à l'état adulte l'ovule a la forme d'un cylindre de longueur égale à la largeur, inséré par une funicule grêle sur le placenta. Par contre, dans l'*Araujia albens*, l'*Oxypetalum cœruleum* et le *Stapelia variegata*, il s'allonge beaucoup dans une direction perpendiculaire au placenta, et, au lieu de rester cylindrique, son extrémité libre s'amincit pour se terminer par un bec relevé vers le sommet de l'ovaire. Quelle que soit d'ailleurs la forme adulte de l'ovule, la cellule mère primordiale du sac embryonnaire provient toujours de la différenciation d'une cellule sous-épidermique située sur la face inférieure de l'ovule dans une région voisine du point d'insertion du funicule. En même temps, la cellule épidermique qui la surmonte se divise par des cloisons radiales en 3 ou 4 cellules, de façon à en coiffer l'extrémité.

» J'ai montré que, dans le *Stapelia variegata*, le cloisonnement multiplié de ces 3 ou 4 cellules par des cloisons tangentielles, enfonçait la cellule mère primordiale du sac embryonnaire dans le parenchyme ovulaire. De plus, j'ai indiqué que la destruction de la file moyenne de ces cellules déterminait la formation d'un canal qui jouait le rôle d'un micropyle.

» Ce processus se retrouve dans le *Gomphocarpus textilis*, l'*Asclepias Douglasi* et le *Marsdenia erecta*. Il n'en est pas de même dans l'*Araujia albens* et l'*Oxypetalum cœruleum*. Là les trois cellules épidermiques précédentes ne se divisent jamais, mais les cellules épidermiques environnantes se divisent abondamment par des cloisons radiales; il en résulte la formation d'une dépression qui refoule vers l'intérieur la cellule mère primordiale du sac embryonnaire. Ce refoulement atteint son maximum dans l'*Oxypetalum cœruleum*, dans lequel cette cellule est repoussée jusque dans le bec qui surmonte l'extrémité libre de l'ovule. Dans cette espèce, ainsi que dans l'*Araujia albens*, le canal qui joue le rôle d'un micropyle est formé par la cavité d'invagination au fond de laquelle se trouvent les trois cellules épidermiques qui coiffent l'extrémité du sac embryonnaire.

» *Développement du sac embryonnaire.* — Le sac embryonnaire de l'*Araujia albens* se développe exactement comme celui du *Stapelia variegata* : la cellule mère primordiale se divise en quatre cellules filles par trois cloisons perpendiculaires à son grand axe, formées successivement du milieu de la cellule vers son extrémité micropylaire. Deux de ces cellules se fusionnent en une cellule unique où se forment l'oosphère, les synergides et le noyau secondaire du sac. Les deux autres donnent naissance par division de l'une d'elles aux antipodes. J'ai d'ailleurs décrit en détail ces phénomènes dans l'étude du sac embryonnaire du *Stapelia variegata*. Néanmoins le sac embryonnaire adulte de l'*Araujia albens* se distingue de celui du *Stapelia variegata* par ce fait qu'il est extrêmement allongé et qu'un long canal dépourvu de protoplasma unit les trois antipodes à la région micropylaire du sac, dans laquelle sont localisés le noyau secondaire, les synergides et l'oosphère.

» Dans les genres *Asclepias, Marsdenia* et *Gomphocarpus* j'ai observé un autre

mode de développement caractérisé essentiellement par ce fait que la cellule mère primordiale du sac embryonnaire se divise seulement en trois cellules filles.

» L'*oxypetalum cœruleum* présente une particularité intéressante. Son sac embryonnaire, très allongé, provient de la segmentation en trois cellules de la cellule mère primordiale. Mais ici il ne se forme jamais trois antipodes : la cellule opposée au micropyle ne donne naissance qu'à deux cellules filles qui entrent rapidement en régression. Leur noyau se fragmente, leur protoplasma disparaît et à l'état adulte le sac embryonnaire est réduit à l'oosphère, aux synergides et au noyau secondaire.

» *Fécondation.* — Dans les deux espèces dont j'ai étudié la fécondation, le *Gomphocarpus fruticosus* et l'*Araujia albens,* j'ai constaté que le tube pollinique pénétrait dans l'ovule par le canal analogue au micropyle dont j'ai montré plus haut le mode de formation. Le tube pollinique pénètre à travers une synergide, pour arriver jusqu'au contact de l'oosphère. Son extrémité libre qui, dans le *Gomphocarpus fruticosus,* se sépare par une cloison du reste du tube pollinique, se colore fortement par l'éosine. Elle met en liberté deux noyaux de petite taille, de forme elliptique, qui présentent les caractères propres aux noyaux reproducteurs des *Asclépiadées.* Leur substance chromatique est condensée en une masse sphérique, plus petite que le noyau et comparable par ses dimensions à un nucléole. Le reste du noyau est formé par une membrane faiblement colorable et un suc nucléaire dans lequel apparaît un réticulum colorable par l'éosine.

» L'un de ces deux noyaux mâles s'unit au noyau secondaire du sac, et comme ce dernier est constitué par la fusion de deux noyaux, dont les masses chromatiques ne sont pas encore unies, il en résulte qu'immédiatement après sa fécondation le noyau de l'albumen présente 3 sphères chromatiques. D'ailleurs ces 3 sphères ne tardent pas à se fusionner en une seule sphère volumineuse.

» De même le deuxième noyau mâle s'unit au noyau de l'oosphère, et leurs masses chromatiques d'abord distinctes se fusionnent rapidement. Pendant que ces modifications se produisent les antipodes disparaissent.

» Les faits que j'ai établis dans cette Note se rapportent d'une part au développement du sac embryonnaire, de l'autre à la fécondation. Sauf dans l'*Oxypetalum cœruleum*, le sac embryonnaire adulte des Asclépiadées paraît comme dans les autres Angiospermes symétrique par rapport à deux plans. Or, le développement montre que cette symétrie n'est qu'apparente. En effet, les antipodes ne sont pas comparables entre eux, pas plus que leur ensemble n'est comparable au groupe des synergides et de l'oosphère.

» J'ai en outre montré l'existence dans cette famille de Gamopétales la double fécondation de l'oosphère et du noyau secondaire du sac. »

BOTANIQUE. — *Contribution à l'étude de l'épiplasme des Ascomycètes.* Note de M. A. **Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Nous avons signalé, antérieurement, la présence, dans les levures et dans quelques moisissures, d'une grande quantité de granulations assimilables aux *grains rouges de Bütschli* et aux *corpuscules métachromatiques de Babès*, rencontrés par ces auteurs dans les Bactéries et les Cyanophycées : nous avons essayé de différencier ces corps dans le bacille de la diphtérie et nous avons pu nous rendre compte de leur identité avec ceux des levures et des moisissures. Nous avons montré, en outre, que ces granulations devenaient très nombreuses au moment de la sporulation des levures, puisqu'elles se dissolvaient et étaient absorbées par les spores. Pour cet ensemble de raisons, nous les avions considérés comme des matières de réserves.

» Depuis, ces granulations ont été l'objet de nombreuses recherches qui ont abouti à des conclusions contradictoires et nous ont engagé à reprendre leur étude. Pour cela, nous avons étudié l'épiplasme de quelques Discomycètes qui nous a montré une quantité considérable de corpuscules métachromatiques. Nos observations ont porté spécialement sur l'*Ascobolus marginatus* (Patouillard).

» Les cellules mères des asques de ce Champignon sont constituées chacune, au début de leur formation, d'un cytoplasme médian très dense et homogène, renfermant le noyau et aux deux pôles de grosses vacuoles séparées par des brides cytoplasmiques très minces. Le glycogène se forme uniquement dans le cytoplasme médian, qui ne contient pas de corpuscules métachromatiques, sauf au voisinage des vacuoles; au contraire, ces derniers sont situés aux deux pôles et généralement dans l'intérieur des vacuoles. Ils paraissent naître surtout sur les deux bords du cytoplasme médian limitant les vacuoles au voisinage du noyau, pour s'introduire ensuite dans les vacuoles, où ils augmentent de dimension. Ils sont identiques à ceux que nous avons décrits dans les levures.

» Les spores naissent dans le cytoplasme médian; elles sont d'abord petites et limitées par une fine membrane; elles restent entourées pendant quelque temps d'un peu de cytoplasme inutilisé à leur formation, imprégné de glycogène; les corpuscules métachromatiques restent encore localisés aux deux pôles. Ces spores ne tardent pas à s'envelopper d'une membrane cellulosique très épaisse et à se gonfler de manière à envahir tout l'asque : elles sont alors entourées partout de glycogène et de corpuscules métachromatiques, qui, à ce moment, se mélangent dans l'asque et se répartissent partout; il n'existe alors presque plus de cytoplasme visible.

» Pendant le développement de la cellule mère de l'asque et lors de la formation des spores, le glycogène et les corpuscules métachromatiques deviennent sensiblement plus abondants. Ces derniers affectent des formes très variables; ils paraissent même différer les uns des autres par leur consistance; les uns, nettement sphériques, semblent compacts et se brisent lorsqu'on les écrase; d'autres ont des contours irréguliers et une consistance semi-liquide. Ils varient également beaucoup par leurs dimensions; les uns sont de très gros globules de 4^{μ} à 6^{μ}, les autres apparaissent comme de fines ponctuations. Cependant, ils semblent se fragmenter vers la fin du développement; à ce moment, ils s'agglomèrent autour des spores, dont la membrane se tapisse d'une grande quantité de ces petits corpuscules. Parfois, ils sont très petits et très nombreux et paraissent englobés d'une substance qui se colore de la même façon, mais uniformément et sans différenciation, et l'on pourrait croire qu'il se produit là des phénomènes de dissolution; toutefois, il est possible que ces aspects tiennent à des illusions d'optique; en tous cas, on ne constate jamais de dissolution apparente comme nous en avons observé dans les levures.

» A leur maturité, les spores s'entourent d'une membrane cutinisée, à ornements lamellaires. Dès la cutinisation, les corpuscules métachromatiques, qui, jusqu'alors, entouraient les spores, ont entièrement disparu, de même que le glycogène; l'épiplasme a donc été complètement absorbé.

» Les spores adultes sont constituées d'un cytoplasme médian très dense, contenant un noyau qui ressemble tout à fait à celui que nous avons décrit dans les levures et de deux vacuoles polaires renfermant souvent du glycogène. Il n'existe pas de corpuscules métachromatiques à l'encontre de ce que nous avions observé dans les levures.

» Il résulte de ces observations que l'épiplasme renferme une grande quantité de corpuscules métachromatiques et que ces derniers paraissent *être entièrement absorbés par les spores* en même temps que le glycogène. Ils semblent donc se comporter, dans les asques des Ascomycètes, de même que dans ceux des levures, comme des matières de réserves ou comme des produits jouant un rôle actif dans la nutrition.

» Ces observations confirment l'opinion que nous avions déjà formulée pour les levures. Cependant, MM. Matruchot et Molliard ont différencié depuis des grains rouges dans le *Stichococcus bacillaris* et les ont considérés comme des produits de dégénérescence; les uns, solubles dans l'acide acétique, dériveraient d'une dégénérescence cytoplasmique; les autres, insolubles dans l'acide acétique, proviendraient d'une chromatolyse du noyau ([1]). Il est probable qu'il existe plusieurs catégories de granula-

([1]) MM. Vaney et Conte ont signalé, tout dernièrement, dans un Protozoaire, des grains rouges, formés aux dépens du noyau, qu'ils rapprochent des grains de zymogène observés dans les cellules animales.

tions d'origine différente, se rattachant par leurs propriétés métachromatiques, et que les corps que nous avons décrits dans les champignons ne correspondent pas à ceux qui ont été signalés par ces auteurs. Les corpuscules métachromatiques des champignons se distinguent, en effet, des grains rouges cytoplasmiques de MM. Matruchot et Molliard par leur insolubilité dans l'acide acétique; ils diffèrent aussi des graines rouges nucléaires par le fait qu'ils apparaissent dès le début du développement et sont nettement indépendants de toute dégénérescence nucléaire. Nous avons repris, à ce point de vue, l'étude d'un certain nombre de moisissures et nous avons pu constater que ces corps, bien qu'ils naissent presque toujours autour des noyaux, ne proviennent d'aucune altération de ces derniers, qui subsistent avec leur structure jusqu'à la fin du développement. »

ANTHROPOLOGIE. — *Sur une grotte ossuaire près Châteauneuf-les-Martigues.* Note de MM. **A. Cotte** et **Ch. Cotte**, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans un vallon voisin de Châteauneuf-les-Martigues, nous avons découvert une grotte ossuaire à incinération, à laquelle nous avons consacré d'assez nombreuses journées de fouilles.

» Orientée vers l'O, elle forme un simple couloir de 4^m de hauteur environ sur $2^m,50$ de largeur moyenne. Sa longueur est indéterminée, car le fond en est obstrué par des amas d'argile, mais on peut l'évaluer à 20^m. L'accès en est difficile. Au-dessous de la grotte existent de beaux abris que nous nous proposons d'étudier ultérieurement.

» Dans cette grotte nous n'avons pu jusqu'à ce jour constater la présence de sépultures au delà de 6^m à compter de l'entrée. A l'extrémité de ce court ossuaire la paroi gauche a été creusée de manière à former une niche sépulcrale. Des pierres ont été rangées suivant des alignements orientés en divers sens. Lorsque a eu lieu l'inhumation les crânes étaient brisés. Les fragments de crânes suffisamment importants ont été plusieurs fois employés comme une sorte de récipient qui contenait des débris d'autres os. D'ailleurs il semble qu'on ait voulu réunir les restes funèbres dans le plus petit espace possible. Les bûchers avaient été formés hors de la grotte.

» Avec les ossements nous avons recueilli quelques coquilles marines, des fragments de poteries, et des silex.

» La poterie est de pâte fine, couleur rouge brun. Sa facture est semblable à celle de certaines poteries de la Baume du Luce, à Régalon (Vaucluse), signalées par l'un de nous (*Feuille des Jeunes Naturalistes*, 1er janvier 1903).

» Les silex trouvés peuvent se diviser en fragments, éclats, instruments et pointes de flèche ou de lance..Les instruments comprennent une scie, un grattoir et un tranchet, ces deux derniers outils douteux. Les pointes de flèche ou de lance, presque toutes

taillées sur les deux faces et à très fines retouches, varient depuis la forme feuille de laurier ou losangique, mince (type du tumulus du Co-de-Botte, près Marseille), jusqu'à la pointe trapue, à section ovalaire et à bords parallèles.

» Les ossements déjà trouvés sont très nombreux et correspondent à un chiffre d'individus difficile à évaluer, une quarantaine au moins. Malheureusement, ils sont tous incomplets; le mauvais état de conservation et l'enchevêtrement de ces débris en ont rendu l'exhumation très difficile ou impossible, et toute reconstitution de crâne est inutile à tenter.

» La plupart des fragments de la voûte cranienne ne sont pas épais; les empreintes cérébrales sont peu profondes; les sutures médianes ne font pas de relief sensible; un bregma offre une synostose parfaite. Dans l'ensemble, les contours de la calotte paraissent décrire des courbes sans brusque ressaut. De même que la protubérance occipitale externe, les lignes temporales sont rarement accusées; les courbes occipitales le sont plus souvent. Les arcades sourcilières font une médiocre saillie qui meurt peu au delà du trou sus-orbitaire, donnant une glabelle en relief au-dessus d'un front non fuyant. Les sinus frontaux sont d'un faible volume.

» Les débris de maxillaire supérieur ne montrent pas de prognathisme marqué; la voûte palatine est assez profonde; la courbe alvéolaire, plutôt elliptique.

» Les maxillaires inférieurs sont en général minces et d'une faible hauteur d'arcade. Les branches montantes ne sont pas larges; les angles postérieurs souvent sont arrondis. Le menton se termine ordinairement en une saillie triangulaire étroite, en avant du plan des incisives; rarement, cette partie du menton est échancrée en son milieu et en bas. Le prognathisme est faible.

» La plupart des dents ne sont pas très usées; ces ostéoïdes sont en outre peu volumineux; quelques-uns sont cariés. Les premières molaires sont plus petites que les deuxièmes, celles-ci plus grandes que les troisièmes.

» En un mot, beaucoup des ossements rapportés jusqu'à ce jour présentent des caractères communs et nous paraissent avoir bien des ressemblances avec ceux des races de Furfooz. A côté de ce type prédominant nous croyons qu'il faut laisser un peu de place à d'autres types.

» Nous continuons d'ailleurs à explorer cette grotte, qui doit être rattachée à la fin du néolithique ou au début de l'âge du bronze. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'une communication directe entre les Bassins parisien et belge, à l'époque yprésienne.* Note de M. **Maurice Leriche.**

« L'idée d'une communication directe entre les Bassins parisien et belge, aux époques lutétienne et yprésienne, fut émise par Hébert [1]

---

(1) E. Hébert, *Note sur le terrain tertiaire moyen du nord de l'Europe.* (*Bull. Soc. Géol. de France*, 2e série, t. XII, 1854-1855, p. 770). — Voir aussi E. Hébert, *Histoire géologique du canal de la Manche* (*Comptes rendus*, t. XC, 1880, p. 1322).

en 1855 (1). Cette opinion reçut bientôt, au moins pour le Lutétien inférieur, la confirmation des faits. À la suite des observations d'Élie de Beaumont (2) et de d'Archiac (3), M. Gosselet (4) montra, en effet, que le quaternaire des hautes vallées de la Somme, de l'Escaut, de l'Oise et de la Sambre, depuis le Noyonnais jusqu'en Belgique, renferme des grès métamorphisés à *Nummulites lævigata*, auxquels des contours subanguleux donnent le caractère d'un dépôt remanié sur place.

» L'existence d'une semblable communication à l'époque yprésienne, quelque vraisemblable qu'elle pût paraître, restait cependant hypothétique, aucun dépôt de cet âge n'ayant été reconnu, jusqu'ici, entre les formations yprésiennes les plus septentrionales du Bassin de Paris (Laonnais, Noyonnais) et les formations yprésiennes les plus méridionales du Bassin de la Belgique (Pévèle, Hainaut).

» Au nombre des principaux gisements de *grès à Nummulites* du nord de la France, se trouve celui du Bois-Mirand, à Prémont (Aisne).

» Les grès de ce gisement offrent une composition minéralogique assez uniforme : ils sont formés de gros grains de quartz détritiques, réunis par un ciment siliceux. Ils présentent, toutefois, à ce point de vue, deux variétés :

» Dans l'une, les gros grains de quartz, à contours anguleux, ont des dimensions irrégulières; ils atteignent parfois $1^{mm},3$ de diamètre. La pâte, formée de très petits cristaux de quartz, est assez abondante.

---

(1) Dans la Carte de la *France à l'époque du Cerithium giganteum* qu'Élie de Beaumont a donnée dès 1833 [L. Élie de Beaumont, *Observations sur l'étendue du système tertiaire inférieur dans le nord de la France et sur les dépôts de lignite qui s'y trouvent* (*Mém. Soc. Géol. de France*, t. I, 1833, p. 107, *Pl. VII, fig.* 5)], une communication directe entre les Bassins parisien et belge est déjà indiquée; mais on doit reconnaître que l'existence de celle-ci n'est guère établie que sur des données relatives aux *Sables de Bracheux*. Ces derniers forment bien, comme l'a établi Élie de Beaumont, des *outliers* que l'on peut suivre du nord du Bassin de Paris jusque dans la Flandre, et qui doivent être considérés comme les témoins d'une assise primitivement continue.

(2) L. Élie de Beaumont, *Mém. Soc. Géol. de France*, t. I, p. 113.

(3) D'Archiac, *Description géologique du département de l'Aisne* (*Mém. Soc. Géol. de France*, t. V, 2e partie, 1843, p. 180).

(4) J. Gosselet, *Constitution géologique du Cambrésis* (*Mém. Soc. d'émulation de Cambrai*, t. XXVIII, 2e partie, 1865, p. 69). — Voir aussi J. Gosselet, *De l'extension des couches à* Nummulites lævigata *dans le nord de la France* (*Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. II, 1873-1874, p. 51, *Pl. III*).

» Dans l'autre, les grains de quartz sont plus petits et mieux calibrés; ils mesurent rarement plus de $0^{mm},5$ de diamètre. La pâte est moins développée.

» Dans les deux cas, la roche est souvent imprégnée de limonite, qui tapisse les cavités laissées par les fossiles dissous.

» Au point de vue paléontologique, les *grès à Nummulites* du Bois-Mirand se répartissent aussi en deux groupes :

» Les éléments du premier groupe, de beaucoup les plus nombreux, sont caractérisés par *Nummulites lævigata,* ou renferment, à l'état de moules internes et externes, les fossiles qui, sous la même forme, constituent, presque à eux seuls, dans le nord du Bassin de Paris, le *banc Saint-Jacques,* directement superposé à la *pierre à liards* (lumachelle de *Nummulites lævigata*). Ils se confondent avec les éléments de la première variété distinguée plus haut au point de vue pétrographique.

» Les éléments du second groupe, qui sont aussi ceux de la seconde variété établie précédemment, sont les plus intéressants; ils contiennent, en grande abondance, *Nummulites planulata,* forme macrosphérique (= *Nummulites elegans*), *Nummulites planulata,* forme microsphérique, et *Alveolina oblongua.* Ces fossiles sont parfois silicifiés; dans d'autres cas, leur test a été dissous et, si leurs loges n'ont pas été préalablement remplies par de la silice, ils ne sont plus indiqués que par des cavités lenticulaires ou alvéolaires. Leur accumulation, dans les roches du Bois-Mirand, donne à celles-ci l'aspect des lumachelles gréseuses que l'on rencontre dans les *Sables de Cuises* et dans les *Sables de Mons-en-Pévèle,* et qui sont presque exclusivement formées par les mêmes Nummulites.

» Si l'on tient compte de la position géographique du Bois-Mirand, à proximité du prolongement de l'axe de l'Artois, et à mi-distance entre les dépôts yprésiens les plus septentrionaux du Bassin de Paris et les dépôts correspondants les plus méridionaux du Bassin de la Belgique, l'existence d'une communication directe entre ces deux Bassins est matériellement démontrée par le gisement que je viens de signaler. »

MINÉRALOGIE. — *Sur des Euphotides à chloritoïde, trouvées dans l'erratique des environs de Genève.* Note de MM. **L. Duparc** et **L. Loup**, présentée par M. Fouqué.

« Dans le terrain erratique des environs de Genève, nous avons trouvé certaines euphotides, provenant sans doute des Alpes valaisannes, qui nous ont paru intéressantes, par suite de la présence constante du chloritoïde parmi leurs éléments constitutifs.

» Ces roches qui, macroscopiquement, présentent des aspects divers, sont généralement saussuritisées, de couleur grisâtre, avec développement

de plages de smaragdite d'un beau vert. Elles paraissent souvent assez riches en un élément micacé; certains échantillons offrent une structure légèrement schisteuse par dynamo-métamorphisme.

» Au point de vue minéralogique, à côté du chloritoïde, on y rencontre les minéraux suivants :

» Des pyroxènes ouralitisés, de la hornblende vert sombre très polychroïque, du mica blanc, du grenat, de l'actinote, de la zoïsite, de la zoïsite-épidote, du clinochlore, du talc et de la pyrite. Tout élément feldspathique a complètement disparu.

» La structure la plus communément observée est la suivante : les minéraux précités, réunis en plages, ou en individus isolés, sont disséminés irrégulièrement dans une masse composée de petites lamelles d'un minéral talqueux ou micacé, incolore, et très biréfringent, d'éléments argileux, de grains de zoïsite et parfois de lamelles de clinochlore. Dans certains cas, les éléments de cette masse deviennent plus largement cristallisés; les lamelles micacées plus grandes forment par leur enchevêtrement une sorte de tissu dans lequel des grains de zoïsite sont distribués irrégulièrement ou accumulés sur certains points.

» Le chloritoïde se présente d'ordinaire en cristaux d'assez grande taille, profondément corrodés sur leur pourtour et simulant parfois des formes véritablement squelettiques, analogues à celles du quartz de certaines pegmatites. Il peut être très abondant, d'autres fois plus rare, et ne se présente jamais sous forme de rosettes, mais par contre en individus simples, quelquefois mâclés selon $p = (001)$. Les lamelles hémitropes sont plutôt larges, le minéral ne renferme habituellement pas d'inclusions, à l'exception cependant de grains de grenat. Le relief est fort; les extinctions rapportées à la trace du clivage ou de la mâcle se font sous des angles assez différents. Dans certains cas, sur la section $n_g n_p$, l'extinction de la vibration négative se fait rigoureusement à 0°; dans d'autres, elle monte jusqu'à 12°. Il existe donc certaines variétés dont les propriétés optiques concordent avec celles données par MM. Michel Lévy et Lacroix, et d'autres qui se rapprochent de celles indiquées par l'un de nous (¹) dans un travail précédent.

» La bissectrice aiguë est positive, le plan des axes est parallèle à l'allongement; l'angle des axes optiques, toujours petit, ne dépasse pas 48°. Les trois biréfringences principales, mesurées directement, ont donné $n_g - n_p = 0,015$; $n_g - n_m = 0,010$; $n_m - n_p = 0,002$.

» Certains spécimens sont complètement incolores; d'autres, par contre, sont colorés d'une teinte verte, avec polychroïsme sensible qui se fait de la façon suivante : $n_g =$ vert pâle ou incolore, $n_p =$ vert bleuâtre, $n_m =$ vert.

» La manière dont le chloritoïde se présente dans la roche est assez variée : souvent les cristaux corrodés de ce minéral sont entourés d'une véritable auréole de grandes lamelles de mica blanc, orientées optiquement d'une façon différente; ces cristaux auréolés sont distribués irrégulièrement dans la masse formée elle-même par l'asso-

---

(¹) L. Duparc et L. Mrazec, *Sur un schiste à chloritoïde des Carpathes* (*Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 601-603.

ciation de mica blanc et de zoïsite. D'autres fois, dans les variétés très largement cristallisées, cette masse, composée alors de grandes lamelles de muscovite accompagnées de hornblende, pénètre comme telle dans les anfractuosités du contour des cristaux déchiquetés du chloritoïde, lesquels ressemblent dans ce cas à des phénocristaux corrodés d'un porphyre, disséminés dans une masse principale entièrement cristallisée. D'autres fois encore, les cristaux de chloritoïde toujours corrodés, mais dépourvus de leur auréole de mica, sont alors distribués dans ladite masse qui polarise à la façon des agrégats, mais qui reste toujours formée des mêmes minéraux constitutifs. »

GÉOLOGIE. — *Sur les laccolites du flanc nord de la chaîne du Caucase.* Note de Mlle **Véra Dervis**, présentée par M. Fouqué.

« Les laccolites des environs de Piatigorsk ont été signalés depuis fort longtemps déjà et visités par plusieurs géologues; cependant ils n'ont jamais fait l'objet d'une monographie détaillée. A l'instigation de M. le professeur Duparc, j'ai entrepris cette étude : la présente Note est une communication préliminaire des premiers résultats des recherches géologiques et pétrographiques que j'ai effectuées sur les dix-sept laccolites de la région. Ceux-ci forment, dans la steppe qui borde immédiatement le flanc nord du Caucase, une série de dômes isolés, aux formes souvent très régulières, qui communiquent au paysage un aspect tout particulier.

» La structure géologique de ces laccolites est assez variable. Chez quelques-uns d'entre eux, la roche éruptive n'apparaît point à la surface du sol, mais reste en profondeur sous les calcaires sénoniens et les assises tertiaires soulevées par elle. Ces dernières forment souvent la presque totalité de la surface du laccolite, et les calcaires sénoniens n'apparaissent que sur les parties plus fortement érodées. Chez d'autres laccolites au contraire, la roche éruptive est à nu et perce sur certains points plus fortement dénudés, soit au milieu des calcaires sénoniens, soit au milieu des couches tertiaires; dans les deux cas il y a métamorphisme évident. D'autres fois encore toute la couverture sédimentaire soulevée a presque totalement disparu, et la roche éruptive compacte forme un môle unique, ou plusieurs petits môles contigus, selon que le laccolite initial était unique, ou au contraire formé de plusieurs petits laccolites voisins tous également décapés par l'érosion.

» En général, les assises crétacées ou tertiaires s'appuient sur la roche éruptive et ont subi en quelque sorte une espèce de redressement conique autour d'un axe; dans certains cas cependant elles paraissent manifestement renversées et plongent alors contre cet axe de soulèvement.

» Au point de vue génétique, la formation de ces divers laccolites peut s'expliquer par les processus suivants :

» 1° Soulèvement simultané du Crétacé et du Tertiaire par la roche éruptive, consolidée sous le Crétacé qui seul est métamorphosé;

» 2° Soulèvement des roches tertiaires seules, le Crétacé s'étant probablement fracturé, et la roche éruptive montée par la fracture s'étant simplement extravasée entre le Crétacé resté horizontal, et le tertiaire soulevé par elle.

» 3° Soulèvement d'abord concordant des assises crétacées et tertiaires, puis rupture des couches crétacées avec rebroussement de celles-ci sur les lèvres de la fracture par laquelle la roche éruptive a continué son ascension, pour s'infiltrer ensuite entre le Crétacé et le Tertiaire, ce dernier se trouvant de la sorte soulevé une seconde fois indépendamment du Crétacé.

» Les roches éruptives trouvées dans ces divers laccolites présentent plusieurs variétés qui paraissent se rattacher aux groupes des trachytes et des rhyolithes. Bien que les analyses ne soient point encore faites, il est néanmoins vraisemblable que ces roches dérivent d'un même magma dont la consolidation a été influencée par la variété des conditions réalisées dans la formation de ces différents laccolites. Nous distinguons les principaux types suivants :

» *Premier type.* — Phénocristaux : biotite brune très abondante et très polychroïque, toujours corrodée. Pyroxène incolore du groupe diopside-augite plus rare, apatite plus abondante. Pâte microlitique, formée par de l'orthose en microlites courts, un peu de quartz, et quelques grains d'hématite.

» *Deuxième type.* — Phénocristaux : orthose déformé, quelques rares oligoclases, peu de biotite et très peu de quartz. Pâte formée principalement par des microlites d'orthose avec un peu de mica noir et d'hématite.

» *Troisième type.* — Phénocristaux : orthose très abondant en grands cristaux terminés, oligoclase plus rare, mica noir peu abondant, parfois un pyroxène rare aussi. Pâte microgranulitique à grains polyédriques d'orthose et de quartz. Certaines variétés sont franchement globulaires, les globules y sont de grande dimension.

» *Quatrième type.* — Phénocristaux : quartz bipyramidé, corrodé, de grande taille; orthose et plagioclase abondants, un peu de magnétite. Pâte microgranulitique ou globulaire, formée de quartz et d'orthose, ce dernier en grains et aussi en microlites accompagnés également de microlites d'oligoclase.

» Les contacts de ces roches éruptives avec les calcaires, les grès et les marnes sont très différents. Dans les calcaires toujours marmorisés il se développe le plus habituellement du grenat en petits cristaux jaunes, dispersés parmi les grains de calcite. Les grès quartzeux ne paraissent pas subir de changement, mais dans leur voisinage la roche éruptive renferme fréquemment des petites plages détritiques non résorbées. Les marnes restent également très peu influencées au contact immédiat, cependant elles prennent un aspect tacheté; les taches sont formées par la concentration locale d'un minéral micacé en très petites lamelles associées à des éléments argileux. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une gravure du Mas-d'Azil.* Note de M. **Édouard Piette**, présentée par M. Albert Gaudry.

« J'ai découvert dans la grotte du Mas-d'Azil la représentation d'un être probablement imaginaire, ayant une attitude humaine, gravée au silex sur une rondelle détachée d'une omoplate, à l'âge glyptique. Je l'ai recueillie dans l'assise des gravures à contours découpés. L'être figuré a un museau, le menton en retrait, le crâne aplati supérieurement. L'occiput ne fait pas saillie au-dessus du cou. Le bras est trop court, par suite d'une faute de dessin. Les reins ne sont pas cambrés. Il n'y a ni fesses ni mollets. Ces caractères sont simiens, mais les pieds, d'ailleurs négligemment dessinés, ne sont pas des organes de préhension et paraissent propres à la marche verticale. L'attitude est humaine. Notre sujet tient un bâton et paraît danser devant un ours dont, par suite d'une ancienne fracture, on ne voit que la patte. Il est vrai qu'on peut soutenir qu'il ne danse pas, mais qu'il lutte avec cet animal.

» Cette figure composite ne représente pas, sans doute, un être vivant; elle est probablement due à l'imagination et à la fantaisie de l'artiste. Il convient d'ajouter que les graveurs des temps glyptiques figuraient ordinairement des symboles sur les rondelles. Sur la face opposée de la rondelle, on voit un homme monté sur un animal dont la tête n'est pas reconnaissable.

» L'échantillon est au Musée de Saint-Germain, auquel j'ai donné ma collection d'objets préhistoriques. »

M. **Ch. Puisségur** adresse un « Essai sur la théorie de l'aérostat ».

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, vacante par le décès de M. *Damour*, présente la liste suivante :

En première ligne	M. **Léon Labbé**.
En deuxième ligne	M. **Tannery**.
En troisième ligne, par ordre alphabétique.	MM. **J. Carpentier**. **Gréhant**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 janvier 1903.

(Suite.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Mascart, Moissan; 7e série, t. XXVIII, janvier 1903. Paris, Masson et Cie, Gauthier-Villars, 1903; 1 fasc. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie. Rédacteur principal : M. Riche. 94e année, 7e série, t. XVII, n° 1, janvier 1903. Paris, Octave Doin; 1 fasc. in-8°.

Le Progrès médical; 32e année, 3e série, t. XVII, n° 1, 3 janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-4°.

La Lancette française, gazette des hôpitaux civils et militaires, paraissant le mardi, le jeudi et le samedi; 76e année, n° 1, 1er et 3 janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société des Agriculteurs de France, paraissant deux fois par mois; 35e année, nouvelle série, 1er janvier 1903. Paris, 1 fasc. in-8°.

Journal d'Agriculture pratique, moniteur des comices, des propriétaires et des fermiers. Rédacteur en chef : L. Grandeau. 67e année, nouvelle série, t. V, n° 1, 1er janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique, paraissant le samedi; 4e série, t. XIX, n° 1 (1er semestre), janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-4°.

La Nature, revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie, journal hebdomadaire illustré. Directeur : HENRI DE PARVILLE. 31e année, n° 1545, 3 janvier 1903. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Le Magasin pittoresque, couronné par l'Académie française. Directeur : ÉMILE FOUQUET. 71e année, n° 1, 1er janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-4°.

Moniteur industriel, économique, commercial, financier. Directeur : JULES DE MEEUS. 31e année, n° 1, 3 janvier 1903. Paris, Bruxelles; 1 fasc. in-4°.

Annalen der Physik, herausgegeb. v. PAUL DRUDE; Folge 4, Bd. 10, Heft 1, 1903. Leipzig, Johann-Ambrosius Barth; 1 fasc. in-8°.

Biochemisches Centralblatt, herausgeg. v. CARL OPPENHEIMER; Bd. I, n° 1, Dezember 1902. Berlin, Borntraeger frères; 1 fasc. in-8°.

Wiener klinische Wochenschrift, Organ der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien; Jahrgang XVI, n° 1, 1 januar 1903. Vienne, Wilhelm Braumüller; 1 fasc. in-4°.

Wiener Luftschiffer-Zeitung, herausgeg. v. VICTOR SILBERER : Jahrgang II, num. 1, jänner 1903. Vienne; 1 fasc. in-4°.

Pharmaceutical Journal, a weekly record of pharmacy and allied sciences; series 4, n° 1697, january 3, 1903. Londres; 1 fasc. in-8°.

The geographical Journal, including the Proceedings of the Royal geographical Society; vol. XXI, n° 1, january 1903. Londres; 1 fasc. in-8°.

Memoirs and proceedings of the Manchester litterary and philosophical Society, 1902-1903; vol. 47, part 1. Manchester, 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Royal Irish Academy; vol. VI, n° 4; vol. XXIV : Section A, part 1; Section B, parts 1, 2; Section C, part 1. Dublin, 1902; 1 vol. et 4 fasc. in-8°.

The Transactions of the Royal Irish Academy; vol. XXXII : Section A, parts 3, 4, 5; Section B, part 1. Dublin, 1902; 4 fasc. in-4°.

Ueber den wahrscheinlichsten Werth der Verbreitungsgeschwindigkeit der Störungen im Aether nach den bisherigen Bestimmungen, v. BORIS WEINBERG; Theil I. Odessa, 1903; 1 vol. in-8°.

Monographs of the U. S. geological Survey, CHARLES-D. WALCOTT, Director; vol. XLI. Washington, 1902; 1 vol. in-4°.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 FÉVRIER 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Ph. Van Tieghem**, en présentant à l'Académie un exemplaire du Mémoire *Sur les Ochnacées*, qu'il vient de publier au Tome XVI des *Annales des Sciences naturelles*, 8e série, *Botanique*, s'exprime en ces termes :

« Établie en 1811 par A. P. de Candolle avec trois genres seulement, la famille des Ochnacées a reçu, au cours du siècle dernier, toute une série d'adjonctions successives qui l'ont rendue finalement très hétérogène. Elle est devenue ainsi l'une de ces familles dites *par enchaînement* dont certains botanistes récents, en particulier Baillon, ont tant abusé; qui sont, à mon sens, la négation même de l'idée de famille naturelle et que les progrès de la Science conduiront certainement à démembrer. Aussi ai-je dû tout d'abord en retirer un à un tous les genres étrangers, ce qui l'a réduite à ses trois types originels.

» J'ai entrepris ensuite une étude approfondie, tant au point de vue de la structure intime que de la forme extérieure, des nombreuses espèces déjà successivement introduites dans ces trois genres primitifs ou qui leur appartiennent sans avoir encore été jusqu'ici distinguées comme telles. Le présent Mémoire expose l'ensemble des résultats ainsi obtenus. Il comprend deux Parties.

» Dans la première, on trace les traits communs à toutes les espèces qui composent la famille et qui en constituent les caractères généraux. Puis, on signale les modifications principales de ces caractères, qui permettent, suivant leur degré décroissant d'importance, de grouper les espèces progressivement en sous-familles, tribus, sous-tribus et genres. Il en résulte un tableau d'ensemble, résumant la composition actuelle de la famille. On

est dès lors en mesure, comme conclusion, de chercher à fixer, avec plus de précision qu'il n'a pu être fait jusqu'ici, les affinités des Ochnacées et la place qu'il convient de leur attribuer dans la Classification.

» Dans la seconde Partie, qui est aussi la plus étendue, on considère séparément, suivant l'ordre indiqué et avec tout le détail nécessaire, les divers groupes constitutifs de la famille, afin de compléter la connaissance des genres et de caractériser les principales espèces qui les composent.

» En résumé, formée jusqu'à présent par trois genres certains seulement, groupés en 2 tribus et renfermant environ 150 espèces admises, la famille des Ochnacées, telle qu'on a tout d'abord dû la restreindre, comme il a été dit plus haut, comprend désormais 2 sous-familles, 4 tribus, 7 sous-tribus, 53 genres et environ 473 espèces, étudiées dans ce Mémoire, dont 213 déjà décrites et 260 nouvelles (¹).

» Le travail opiniâtre auquel je me suis livré à son sujet, qui m'a pris plus d'une année et m'a conduit notamment à faire et à étudier plus de deux mille préparations microscopiques, toutes déposées à titre de justification et de contrôle dans les Collections anatomiques de ma chaire au Muséum, a donc abouti, en définitive, à une tranformation complète de ce groupe de plantes. Heureux si j'ai pu ainsi en améliorer la connaissance particulière et apporter en même temps quelque contribution utile à la Science générale. »

PALÉONTOLOGIE. — *Contribution à l'histoire des hommes fossiles.* Note de M. ALBERT GAUDRY.

« Jusqu'à présent, les restes d'hommes fossiles ont été trouvés surtout dans les gisements de l'âge du Mammouth et de l'âge du Renne, c'est-à-dire dans les gisements dés temps glaciaires. On en a conclu que, lors de l'extension du grand manteau des glaces scandinaves, les animaux du Nord étaient descendus dans nos pays et que des hommes étaient venus avec eux.

» Mais, avant l'âge froid du Mammouth, il y a eu l'époque chaude qu'on appelle l'*âge chelléen*. Alors les rennes n'étaient pas encore arrivés dans nos contrées; nos pères avaient pour contemporains l'Hippopotame,

(¹) Depuis l'impression de ce Mémoire, la découverte d'un genre nouveau et de sept espèces nouvelles a porté à 54 le nombre des genres et à 480 celui des espèces qui composent actuellement la famille des Ochnacées.

le *Rhinoceros Merckii*, voisin, malgré l'absence d'incisives, des Rhinocéros de l'Inde, de Java, de Sumatra, et aussi l'*Elephas antiquus*, à peine discernable de l'Éléphant de l'Inde. M. Harlé et M. Boule ont donné dernièrement de nouvelles indications sur la phase chaude des temps quaternaires. D'où sont venus les hommes de cette époque chaude? Il faut renoncer à chercher leurs ancêtres dans les terrains tertiaires de nos pays, car toutes les annonces d'hommes tertiaires ont été reconnues inexactes. Peut-être viennent-ils des régions chaudes de l'hémisphère austral. Mais rien ne nous avait apporté des preuves à l'appui d'une pareille supposition.

» Les fouilles que le Prince de Monaco dirige à Menton, avec l'aide de M. l'abbé de Villeneuve, viennent de nous fournir des faits intéressants. J'ai communiqué, il y a quelque temps, à l'Académie une Note du D[r] Verneau sur deux sujets humains découverts à Menton. M. Verneau annonçait que leurs crânes, dans la partie supérieure, ont les caractères des hommes des races élevées et que, dans leur partie inférieure, ils ont le prognathisme des races inférieures. Il était curieux de faire l'étude de leur dentition; M. Verneau m'a prié de l'entreprendre.

» Le Prince de Monaco a bien voulu m'envoyer le crâne de Menton sur lequel la dentition est intacte. Grâce à M. le professeur Hamy, à M. Verneau et à M. Delisle, j'ai pu le comparer avec les nombreuses pièces des belles collections d'Anthropologie du Muséum. Je présente à l'Académie, à côté des échantillons de Menton, une des mâchoires d'Australien que M. Hamy a bien voulu me confier et une tête de Français.

» Tout d'abord, on est frappé de la différence que présente la forme allongée des mâchoires de l'homme de Menton avec la forme raccourcie, arquée des mâchoires de l'Européen actuel; leur disposition est la même que chez l'Australien.

» Si, au lieu de regarder la mâchoire inférieure en dessus, on la considère de profil, on voit que le menton est droit chez notre fossile, comme chez l'Australien, au lieu qu'il forme une avance chez l'Européen actuel; ce qu'on appelle un *menton de galoche* n'est pas un défaut de physionomie, c'est un indice de supériorité : l'avance du menton offre une augmentation de place à la langue, en compensation de la diminution qui résulte du raccourcissement des mâchoires des hommes dont la face est bien droite.

» Les dents, chez l'homme de Menton, sont, comme chez les Australiens, plus grandes que chez l'Européen actuel; il faut en effet que, chez ce dernier, elles soient petites, puisque les mâchoires sont raccourcies.

» La diminution des dents inférieures de l'Européen actuel a pour conséquence que le cinquième denticule disparaît à la seconde et à la troisième

arrière-molaire, tandis qu'il persiste chez l'homme de Menton comme chez l'Australien. A la mâchoire supérieure de l'Européen actuel, la seconde et surtout la troisième arrière-molaire sont également moins allongées que chez l'Australien et l'homme de Menton; dans le fossile, le développement des dents de sagesse aux deux mâchoires est remarquable.

» Assurément il serait téméraire, devant un fait isolé, d'être affirmatif. Mais, si d'autres observateurs découvraient des faits analogues, on pourrait supposer que nos ancêtres descendent d'hommes semblables aux indigènes des régions australes.

» En terminant cette Note, je dois remercier S. A. le Prince de Monaco dont les habiles recherches fournissent à la Science des matériaux précieux. »

PATHOLOGIE. — *Le cœur des tuberculeux.* Note de MM. **Ch. Bouchard** et **Balthazard.**

« Il nous a paru intéressant de comparer le cœur des tuberculeux au cœur des individus normaux que nous avons précédemment étudié [1]. 90 sujets ont été examinés : 48 hommes, 1 enfant de 15 ans et 41 femmes dont deux atteintes d'hydro-pneumothorax. En éliminant ces deux dernières, ainsi que l'enfant, les moyennes des coefficients, que nous avons adoptés, sont les suivantes :

	S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.	Taille moyenne.
	cm²						dm
Chez l'homme.....	86,8	5,23	0,187	1,61	9,06	16,5	16,6
Chez la femme....	77,6	4,96	0,212	1,71	9,53	15	15,6

» Le coefficient $\frac{S}{A_N}$ a pour valeur, chez les sujets normaux, 9,45; il semble donc que le cœur des tuberculeux soit plus petit que celui des individus sains, tandis que le cœur des tuberculeuses serait à peu près normal.

» En réalité, ces moyennes sont fictives, et il est nécessaire d'examiner le cœur des tuberculeux aux trois périodes de la maladie. On trouvera plus loin des Tableaux indiquant les valeurs de S et des divers coefficients pour chaque période et pour les deux sexes.

» Mais, ici, nous réunirons hommes et femmes et n'envisagerons que la période de la tuberculose. Nous pouvons le faire, à condition d'attacher

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 931, séance du 1er décembre 1902.

surtout une grande importance au coefficient $\frac{S}{A_N}$. En effet, en nous reportant à notre précédent Mémoire, nous voyons que l'écart relatif entre les deux sexes chez les individus normaux [1] est, pour les moyennes de $\frac{S}{H}$, égal à 0,095; pour $\frac{S}{T}$, à 0,118; pour $\frac{S}{P}$, à 0,0200, et, pour $\frac{S}{A_N}$, à 0,0095. Les coefficients $\frac{S}{P}$ ei surtout $\frac{S}{A_N}$ sont donc ceux qui éliminent le mieux l'influence du sexe. Chez les tuberculeux, on ne peut songer à étudier le rapport $\frac{S}{P}$, qui a des valeurs très élevées, à cause de l'amaigrissement auquel n'a pas participé le cœur. Au contraire, $\frac{S}{A_N}$, rapport de la surface du cœur au poids de l'albumine fixe normale des tissus avant l'amaigrissement, garde toute sa valeur.

» Les moyennes pour 25 turberculeux des deux sexes à la première période, 34 à la deuxième, et 28 à la troisième, ont donné respectivement:

	S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AN}.	Taille moyenne. (dm)
Première période...	80,3	4,98	0,203	1,57	9,01	16	16,1
Deuxième » ...	82,1	4,99	0,195	1,57	8,96	16,2	16,4
Troisième » ...	85,4	5,36	0,203	1,82	9,83	15,3	15,9

» $\frac{S}{A_N}$ est donc très inférieur, dans les deux premières périodes, à la valeur normale, qui est 9,45 et lui est supérieur à la troisième période.

» Les tuberculeux peuvent être divisés en deux catégories. Chez ceux qui sont devenus malades parce qu'ils ont été exposés à la contagion d'une façon plus directe, plus répétée, le cœur est normal. Chez ceux qui étaient prédisposés.à la tuberculose, la petitesse du cœur nous paraît constituer une de ces causes prédisposantes, puisque malgré la présence, dans nos 59 malades aux deux premières périodes, d'individus appartenant à la première catégorie, les moyennes indiquent une surface cardiaque moindre qu'à l'état normal.

» La petitesse du cœur est bien spéciale aux tuberculeux, et nous montrerons, dans un prochain Mémoire, que les divers états pathologiques s'accompagnent souvent d'une augmentation de la surface moyenne du cœur, jamais d'une diminution appréciable, réserve faite pour certaine chlorose.

---

(1) Nous éliminons un enfant de 15 ans, qui n'avait pas achevé son développement.

» A la troisième période de la tuberculose, $\frac{S}{A_N}$ a une valeur élevée. Si l'on tient compte que ces malades avaient un cœur inférieur à la normale, l'augmentation de la surface constatée à la troisième période apparaîtra plus évidente encore. Elle est liée à la dilatation cardiaque qui résulte de la sclérose pulmonaire et de l'extension des lésions caséeuses et cavitaires.

» Dans deux cas d'hydro-pneumothorax droit, la dilatation cardiaque était très accentuée, comme le montrent les valeurs suivantes :

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.
104	6,88	0,297	2,77	14,35	15
148	9,55	0,430	3,78	20,04	12,5

» La tuberculose exerce une action déprimante sur la pression artérielle qui, chez nos malades, s'accuse nettement à la troisième période. Toutefois chez les hommes, aux deux premières périodes, la pression artérielle apparaît en moyenne normale ou même accrue; l'alcoolisme, fréquent chez les hommes, explique cette anomalie.

» En résumé, conformément à l'opinion souvent exprimée mais non démontrée, la petitesse du cœur prédispose à la tuberculose.

Hommes tuberculeux (1er *degré*) : 13.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.
63	3,68	0,124	0,97	5,96	14
67	3,96	0,143	1,24	7,05	20
70	4,38	0,175	1,42	8,75	17
78	4,53	0,180	1,24	7,32	12
84	5,10	0,178	1,27	8,62	19,5
89	5,55	0,214	1,42	9,03	19
89	5,55	0,233	1,78	9,48	13
90	5,14	0,137	1,43	8,56	17
94	5,82	0,230	1,74	8,85	19
95	5,83	0,244	2,03	9,78	16
105	6,48	0,220	1,85	10,60	21
106	6,10	0,235	1,61	9,80	16
109	6,42	0,261	1,88	10,42	16
1139	68,54	2,574	19,88	114,22	219,5
$87^{cm^2},6$	5,27	0,198	1,53	8,78	16,8
Taille moyenne : $16^{dm},7$.					
51	3,82	0,196	1,48	»	17(1)

Femmes tuberculeuses (1er *degré*) : 12.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.
61	4,12	0,186	1,69	9,25	12
61,5	4,04	0,240	1,75	9,80	14,5
61,5	4,02	0,168	1,62	7,95	16,5
67	4,30	0,210	1,52	7,69	14
67	4,17	0,212	1,64	7,98	14
69	4,22	0,195	1,14	7,95	15
70	4,54	0,172	1,30	8,25	16,5
77	4,82	0,237	1,77	9,24	13
82	5,25	0,214	1,57	10,04	17
83,5	5,46	0,196	1,82	11,10	15
84	5,44	0,244	1,91	10,65	14
85	5,52	0,222	1,76	11,06	15
868,5	55,90	2,496	19,49	114,96	176,5
$72^{cm^2},36$	4,64	0,208	1,62	9,24	14,7
Taille moyenne : $15^{dm},6$					

(1) Enfant de 15 ans : $H = 13^{dm},4$.

Hommes tuberculeux (2ᵉ *degré*) : 21.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.
67	3,91	0,177	1,34	8,84	12,5
65,5	4,07	0,128	1,38	6,94	17
69,7	4,33	0,151	1,21	7,38	17
75	4,50	0,179	1,41	8,50	15
77	4,58	0,172	1,47	8,45	16
78,5	4,83	0,151	1,87	8,10	15
78,7	4,76	0,139	1,38	8,28	17
79,5	4,77	0,200	1,47	6,72	17
84,5	5,49	0,201	1,66	10,08	14,5
84,5	5,0	0,180	1,35	7,45	17
87	5,53	0,190	1,74	11,20	20
88	5,34	0,202	1,83	8,88	17,5
91,6	5,55	0,196	1,44	9,24	27 (1)
92	5,42	0,175	1,74	9,13	16
94,5	5,34	0,179	1,66	10,21	14
96	5,56	0,222	1,92	11,14	15
97	5,58	0,163	1,72	9,85	17
97	5,55	0,183	1,83	8,87	20
99,6	5,92	0,163	1,61	8,90	22
101,5	6,04	0,204	1,64	9,45	16
102	6,07	0,238	1,55	10,20	16
1806,1	108,14	3,793	33,12	187,81	358,5
86cm²	5,15	0,181	1,58	8,94	17,1

Taille moyenne : 16dm,0.

Femmes tuberculeuses (2ᵉ *degré*) : 13.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.
61,6	3,85	0,173	1,26	6,57	16
64	4,14	0,216	1,64	8,90	16
65	4,08	0,194	1,45	7,67	18
65	4,37	0,152	1,08	8,24	14
68,5	4,18	0,163	1,37	7,64	14
72	4,51	0,216	1,44	8,74	15,5
73	4,56	0,180	1,59	8,10	14
73	4,57	0,217	1,16	8,92	19
79	4,97	0,196	1,65	9,85	15
82	5,36	0,244	2,28	10,65	12,5
84	5,25	0,202	1,68	8,97	15
90	5,55	0,224	1,80	9,87	12
104	6,45	0,307	1,93	12,72	13
986,1	61,84	2,684	20,33	116,84	194
75cm²,8	4,75	0,206	1,56	8,98	14,9

Taille moyenne : 16dm,0.

Hommes tuberculeux (3ᵉ *degré*) : 14.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.
73	4,67	0,173	1,62	8,23	14
75	4,68	0,153	1,58	8,73	13
75	4,63	0,197	1,67	8,72	15,5
75,5	4,61	0,164	1,53	7,72	15
78	4,94	0,141	1,58	9,36	15
83,5	5,25	0,176	1,44	9,04	14,5
89,5	5,46	0,189	1,47	9,15	16,5
91	5,52	0,179	2,20	11,32	12
92,5	5,38	0,180	1,78	10,12	15,5
95	5,94	0,240	2,22	10,14	19,5
95	5,38	0,192	1,76	9,95	14
96,5	5,78	0,191	1,68	9,50	19,5
100	5,93	0,220	1,95	11,94	14,5
100,5	6,15	0,194	1,74	9,14	16
1220	74,32	2,589	24,22	133,06	214,5
87cm²,1	5,31	0,185	1,73	9,50	15,3

Taille moyenne : 16dm,4.

Femmes tuberculeuses (3ᵉ *degré*) : 14.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.
54	3,48	0,137	1,27	6,40	17
64,5	4,30	0,224	1,34	7,97	15
67	4,35	0,227	2,17	10,65	15
79	5,16	0,211	2,03	11,04	16,5
79,5	5,34	0,203	1,71	10,04	14,5
82	5,26	0,204	1,91	9,25	15
84,5	5,42	0,231	2,11	10,80	12
86	5,94	0,248	1,89	11,62	12
91	5,60	0,254	2,42	10,40	18
92	5,80	0,230	2,12	9,95	17,5
93	6,05	0,255	2,18	11,80	20
97	6,02	0,234	1,90	11,20	13
98	6,30	0,228	2,15	11,05	15
104	6,93	0,231	1,76	11,97	14,5
1171,5	75,95	3,107	26,96	144,14	215
83cm²,6	5,42	0,222	1,92	10,29	15,3

Taille moyenne : 15dm,4.

(1) Alcoolique invétéré.

OPTIQUE. — *Sur l'absorption de la lumière : 1° par les cristaux symétriques, 2° par certains milieux dissymétriques, tels que les corps naturellement isotropes, solides ou fluides, sensibles au magnétisme et qu'on soumet à son action.* Note de M. J. **Boussinesq**.

« I. Supposons les ondes [1] entrées dans le cristal *sous l'incidence normale;* en sorte que les plans d'égale amplitude coïncident avec les plans d'onde, ou qu'on ait $V' = V$, $U = 0$. Le dernier dénominateur dans (16) sera donc $\sin^2 V$ ou même 1 (à des erreurs près négligeables du second ordre), vu la faiblesse des biréfringences, qui entraîne la quasi-transversalité de la vibration. La formule (16) donnera ainsi

$$(1) \qquad \text{(sous l'incidence normale)} \qquad f = \omega(a'l'^2 + b'm'^2 + c'n'^2).$$

» Or, la vitesse de propagation ω ne variera guère avec la direction des vibrations et le coefficient f d'extinction pourra, dès lors, être censé proportionnel au trinome $a'l'^2 + b'm'^2 + c'n'^2$. Conformément à une opinion générale des physiciens, suggérée par l'expérience et formulée surtout par feu notre ancien confrère, si profond minéralogiste, Mallard [2], ce coefficient d'extinction changera, avec la direction (l', m', n') de la vibration, d'après une loi ellipsoïdale : il y aura, dans tout cristal *symétrique*, un *ellipsoïde d'absorption*, à demi-axes inverses de $\sqrt{a'\omega}$, $\sqrt{b'\omega}$, $\sqrt{c'\omega}$, représentant le coefficient d'extinction f par le carré de l'inverse de son demi-diamètre, orienté suivant la direction (l', m', n') des vibrations correspondantes.

» II. Passons maintenant aux milieux moins simples, mais dans lesquels nous admettons cependant la coïncidence des *axes principaux*, relatifs à la partie de la résistance qui dépend des accélérations, avec les axes permettant de réduire à *six* (en valeur absolue) les neuf coefficients qui figurent dans l'autre partie, bien plus faible, fonction des vitesses.

---

(1) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 193.

(2) Toutefois, les considérations synthétiques, un peu sommaires, qu'il donne à ce sujet (Mallard, *Cristallographie géométrique et physique*, t. II, p. 354), lui font porter en dénominateur, dans l'expression du coefficient f, la vitesse ω de propagation des ondes, tandis que notre analyse plus précise la place au numérateur.

» Les équations du mouvement vibratoire y seront, comme on a vu,

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2}{dt^2}\left(\dfrac{\xi}{a^2}, \dfrac{\eta}{b^2}, \dfrac{\zeta}{c^2}\right) \\ \qquad + \dfrac{d}{dt}(2a'\xi + \mathrm{f}\eta - \mathrm{e}\zeta, -\mathrm{f}\xi + 2b'\eta + \mathrm{d}\zeta, \mathrm{e}\xi - \mathrm{d}\eta + 2c'\zeta) \\ \quad = \Delta_2(\xi, \eta, \zeta) - \dfrac{d\theta}{d(x, y, z)}. \end{cases}$$

» Pour les solutions symboliques

$$(3)\qquad (\xi, \eta, \zeta) = (\mathrm{L}', \mathrm{M}', \mathrm{N}')e^{k(t-\mathrm{L}x-\mathrm{M}y-\mathrm{N}z)\sqrt{-1}},$$

dont nous aurons à employer les parties réelles, ces équations reviennent identiquement à

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2}{dt^2}\left(\dfrac{\xi}{\mathrm{A}^2} + \mathrm{F}\eta - \mathrm{E}\zeta, -\mathrm{F}\xi + \dfrac{\eta}{\mathrm{B}^2} + \mathrm{D}\zeta, \mathrm{E}\xi - \mathrm{D}\eta + \dfrac{\zeta}{\mathrm{C}^2}\right) \\ \quad = \Delta_2(\xi, \eta, \zeta) - \dfrac{d\theta}{d(x, y, z)}, \end{cases}$$

pourvu que l'on pose, en négligeant les carrés de a', b', c',

$$(5)\quad \begin{cases} (\mathrm{A}, \mathrm{B}, \mathrm{C}) = (a, b, c)\left[1 + \dfrac{(a^2a', b^2b', c^2c')}{k}\sqrt{-1}\right], \\ (\mathrm{D}, \mathrm{E}, \mathrm{F}) = -\dfrac{(\mathrm{d}, \mathrm{e}, \mathrm{f})}{k}\sqrt{-1}. \end{cases}$$

» Faisons, pour abréger,

$$(6)\quad \begin{cases} \mathrm{P} = \mathrm{DL} + \mathrm{EM} + \mathrm{FN}, \\ (\mathrm{U}, \mathrm{V}, \mathrm{W}) = \mathrm{S}^2 - \dfrac{1}{(\mathrm{A}^2, \mathrm{B}^2, \mathrm{C}^2)}, \qquad \text{où} \qquad \mathrm{S}^2 = \mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2; \end{cases}$$

et les nouvelles équations (4), si l'on y porte les expressions (3) de ξ, η, ζ, astreindront les rapports mutuels de L', M', N' à vérifier la double proportion

$$(7)\quad \frac{\mathrm{L}'}{\mathrm{LVW} + \mathrm{DP} + \mathrm{M.FW} - \mathrm{N.EV}} = \frac{\mathrm{M}'}{\mathrm{MWU} + \mathrm{EP} + \ldots} = \frac{\mathrm{N}'}{\mathrm{NUV} + \mathrm{FP} + \ldots},$$

qui les réduira elles-mêmes à la relation unique, entre L, M et N,

$$(8)\qquad \frac{\mathrm{L}^2}{\mathrm{U}} + \frac{\mathrm{M}^2}{\mathrm{V}} + \frac{\mathrm{N}^2}{\mathrm{W}} + \frac{\mathrm{P}^2 - \mathrm{D}^2\mathrm{U} - \mathrm{E}^2\mathrm{V} - \mathrm{F}^2\mathrm{W}}{\mathrm{UVW}} = 1.$$

» III. Les coefficients de *dissymétrie* d, e, f, que contiennent linéairement D, E, F, P, ne figurent qu'au second degré dans cette équation (8),

ainsi que dans le deuxième terme de chaque dénominateur des trois rapports égaux (7). Si donc ces coefficients d, e, f de *polarisation rotatoire* sont seulement du même ordre de grandeur que ceux, $2a'$, $2b'$, $2c'$, d'*extinction*, ou se trouvent, comme eux, très petits devant les différences mutuelles de a, b, c auxquelles sont dues la biréfringence ordinaire et la forme rectiligne ou l'*orientation déterminée* (l', m', n') de la vibration, on pourra supprimer, comme étant du second ordre et négligeable, tout le quatrième terme de (8). Et l'équation en L, M, N sera la même que dans un cristal symétrique.

» Par suite, les rapports égaux (7) devenant, d'ailleurs, à peine fonctions de d, e, f, savoir, au degré où ils l'étaient déjà de a', b', c' dans un cristal symétrique, c'est-à-dire trop peu pour empêcher la vibration de garder sensiblement son orientation fixe (l', m', n') du cas de symétrie et transparence parfaites, les calculs de la précédente Note s'appliqueront, et l'on aura les formules déjà obtenues du coefficient f d'absorption, comme s'il y avait symétrie.

» IV. Il reste le cas contraire, beaucoup plus compliqué, d'un corps où d, e, f, considérables par rapport à a', b', c', atteindraient au moins l'ordre de grandeur des différences entre a, b, c, cas où, par suite, les rapports mutuels de L', M', N', largement imaginaires, imposent aux atomes d'éther, dans les solutions *simples* cherchées à mouvements pendulaires et à propagation uniforme, des trajectoires *curvilignes*. Je n'ai pas encore traité ce cas d'une manière générale.

» Les équations s'y simplifient notablement quand un seul des trois coefficients de dissymétrie, f par exemple, y subsiste. Il suffit, pour cela, que le milieu régi par les équations (2) admette un plan de symétrie de contexture, celui des xy, ou qu'on puisse, sans changer les équations (2), renverser le sens de l'axe des z et, par suite, le signe de ζ. C'est ce qui arrive dans un corps naturellement isotrope-symétrique, que l'on place entre les deux pôles d'un aimant constitué de manière à produire un champ magnétique constant de quelque étendue; car la ligne des pôles, supposée choisie comme axe des z, est alors un *axe d'isotropie-dissymétrique*, autour duquel une *rotation* quelconque de l'ensemble des axes ne change visiblement rien à la forme des équations de mouvement de l'éther interposé, de même que le plan des xy est visiblement un plan de symétrie. Toutes les directions des x, y, z obtenues par une telle rotation étant ainsi *principales* au même titre, soit pour la partie des résistances fonction de l'accélération, soit pour celle qui est fonction de la vitesse, il suffit que

les deux systèmes correspondants de directions principales existent, séparément, *l'un* et *l'autre*, ce qu'on sait avoir lieu, *pour qu'ils coïncident*, justifiant de la sorte, ou mieux réalisant, dans l'intéressant phénomène de la *polarisation rotatoire magnétique*, notre hypothèse d'une telle coïncidence, si peu probable en général. Et l'on a ainsi, non seulement $\mathrm{d}=0$, $\mathrm{e}=0$, mais, de plus, $b=a$, $b'=a'$, $\mathrm{B}=\mathrm{A}$.

» V. Sans chercher l'expression générale de f alors impliquée dans (8), on peut traiter directement les deux cas simples de vibrations ou normales, ou parallèles à l'axe d'isotropie, cas pour lesquels la formule (1), où il faut faire respectivement $n'=0$ et $(l', m')=0$, donne

$$(9) \qquad f=a'\omega \quad \text{et} \quad f=c'\omega.$$

» Le premier de ces deux cas comprend trois systèmes d'ondes, à vibrations quasi-transversales ou transversales : l'un, où ces vibrations sont sensiblement rectilignes et où la propagation se fait perpendiculairement à l'axe ; les deux autres, où la propagation se fait suivant l'axe et où les vibrations sont circulaires, décrites respectivement dans les deux sens opposés et pouvant donner, par leur superposition, la polarisation rectiligne rotatoire. Or la formule de f qu'on obtient est bien, à très peu près, $f=a'\omega$ dans les trois systèmes. Et comme la célérité ω, sensiblement moyenne, dans le premier système, de ce qu'elle est dans les deux autres, n'y varie que de faibles fractions de sa valeur, toutes ces ondes ont approximativement, à période vibratoire pareille, le même coefficient f d'extinction.

» On trouve plus simplement encore que, dans le cas de vibrations dirigées suivant l'axe, cas se présentant pour certaines ondes propagées normalement à l'axe, le coefficient d'extinction, *tout différent* du précédent, est bien $c'\omega$.

» De remarquables observations de M. Quirino Majorana, sur certaines dissolutions de sels de fer [1], confirment ces divers résultats et ont été l'occasion de la présente étude théorique.

» VI. Il y a encore un cas simple où, d, e, f n'étant pas négligeables dans l'équation (8), la formule (1) fournit une indication que le calcul direct n'a plus ensuite qu'à ratifier. C'est le cas d'un corps, à forte polarisation rotatoire magnétique, dont l'hétérotropie ne se manifesterait que

---

[1] *Comptes rendus* des séances de l'Académie des Sciences, t. CXXXV, p. 235, 28 juillet 1902.

par les trois coefficients d, e, f et où l'on aurait, par conséquent,

$$c = b = a, \qquad c' = b' = a';$$

d'où aussi

$$C = B = A.$$

Le calcul direct y donne bien, sensiblement,

$$f = a'\omega. \tag{10}$$

» Les résultats particuliers (9) et (10) ([1]) inclineraient à penser que la formule du coefficient d'absorption, obtenue pour les milieux symétriques, a une certaine manière de s'appliquer aux corps dissymétriques, où les vibrations ne sont généralement plus rectilignes, du moins dans les systèmes d'ondes planes à polarisation et à propagation uniformes. Cette extension se ferait-elle en substituant des valeurs moyennes convenables aux carrés l'^2, m'^2, n'^2 des cosinus directeurs du déplacement (ξ, η, ζ)? »

ASTRONOMIE. — *Sur la dernière comète.* Note de M. **Perrotin.**

« Les observations de la première comète de 1903, faites à Nice les 19, 24 et 29 janvier, ont permis à l'auteur de la découverte, M. Giacobini, de calculer les éléments ci-après, déjà suffisamment exacts :

$$T = 1903,\ \text{mars } 17{,}337,\ \text{temps moyen de Paris.}$$

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 133^\circ 27',3 \\ \Omega &= 2.10,2 \\ i &= 31.33,7 \end{aligned}\right\}\ 1903{,}0.$$

$$\log q = \bar{1}{,}61817.$$

» L'observation du milieu est représentée comme il suit :

$$\cos\beta\,\Delta\lambda = -1'',6, \qquad \Delta\beta = +0'',4.$$

» On en conclut l'éphéméride ci-après, donnant les positions vraies,

---

([1]) On trouvera la démonstration de ces formules aux pages 490 à 492 du Tome II de mon *Cours de Physique mathématique,* publié par M. Gauthier-Villars; l'impression de ce Tome II est presque terminée.

pour minuit de Paris :

1903.	α.	δ.	log Δ.
Février 9,5.......	$23^h.24^m.55^s$	$+8°.9,9$	0,1881
» 13,5.......	23.31.23	+ 9.31,6	0,1709
» 17,5.......	23.38.21	+10.58,0	0,1511
» 21,5.......	23.45.48	+12.28,7	0,1276
» 25,5.......	23.53.42	+14. 3,3	0,0998

» Les indications, nécessairement incertaines, des trois premiers jours d'observation ne sont pas confirmées.

» Les éléments actuels montrent que la comète est distincte de la comète Tempel-Swift. Elle est probablement nouvelle, comme la précédente du 2 décembre 1902.

» La distance à la Terre diminue, le calcul le montre péremptoirement, et la comète sera assez longtemps observable pour qu'il y ait lieu d'espérer une détermination ultérieure très précise des éléments de l'orbite. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Expressions algébriques approximatives des transcendantes logarithmiques et exponentielles.* Note de M. **J.-A. Normand.**

« Les transcendantes logarithmiques et exponentielles expriment une des lois naturelles les plus générales : aussi figurent-elles dans un grand nombre de formules de Science appliquée.

» Il existe un intérêt d'autant plus grand à remplacer par des formules algébriques, n'exigeant pas l'usage des Tables, ces transcendantes, que celles-ci n'expriment souvent que des lois approximatives : tel est le cas, entre beaucoup d'autres, pour la radiation et la conductibilité de la chaleur.

» *Logarithmes.* — Les séries connues n'étant suffisamment convergentes que dans un très petit rayon, les savants qui se sont déjà occupés du problème en ont cherché la solution dans le calcul approché, par interpolation, des intégrales définies : elle peut être trouvée ailleurs.

» La meilleure série exprimant directement le logarithme d'un nombre y est

$$(1)\qquad \log y = 2\left[\frac{y-1}{y+1} + \frac{1}{3}\left(\frac{y-1}{y+1}\right)^3 + \frac{1}{5}\left(\frac{y-1}{y+1}\right)^5 + \ldots\right].$$

» Sa convergence, qui s'étend à toutes les valeurs positives de y, mais qui diminue très rapidement quand y augmente, peut être accrue indéfiniment pour des valeurs élevées de la variable, tout en restant suffisante pour les faibles valeurs, par un double procédé.

» *Premier procédé.* — Si l'on remplace dans (1) y par $y^{\frac{1}{n}}$, il vient :

$$(2)\qquad \log y = 2n\left[\frac{y^{\frac{1}{n}}-1}{y^{\frac{1}{n}}+1}+\frac{1}{3}\left(\frac{y^{\frac{1}{n}}+1}{y^{\frac{1}{n}}-1}\right)^3+\frac{1}{5}\left(\frac{y^{\frac{1}{n}}+1}{y^{\frac{1}{n}}-1}\right)^5+\dots\right].$$

» Pour n infiniment grand, la série se réduit au premier terme

$$(3)\qquad \log y = \lim 2n\,\frac{y^{\frac{1}{n}}-1}{y^{\frac{1}{n}}+1},$$

de même que l'expression limite ordinairement considérée :

$$\log y = \lim n\left(y^{\frac{1}{n}}-1\right),$$

mais, tandis que celle-ci, pour des valeurs peu élevées de n, est extrêmement erronée, la formule (3) fournit alors des approximations parfois suffisantes. Si n est une puissance de 2, le calcul exige une ou plusieurs extractions de racines carrées. Ces opérations sont, il est vrai, assez pénibles pour rendre peu propres au calcul des logarithmes les séries renfermant des racines de la variable : aussi, l'utilité de ces séries consiste-t-elle principalement, comme on le verra, à fournir des expressions approximatives simples des exponentielles.

» *Deuxième procédé.* — Si, dans les séries (1) et (2) on remplace y par $\frac{y}{\alpha}$, il vient :

$$(4)\qquad \log y = \log\alpha + 2\left[\frac{\frac{y}{\alpha}-1}{\frac{y}{\alpha}+1}+\frac{1}{3}\left(\frac{\frac{y}{\alpha}-1}{\frac{y}{\alpha}+1}\right)^3+\frac{1}{5}\left(\frac{\frac{y}{\alpha}-1}{\frac{y}{\alpha}+1}\right)^5+\dots\right]$$

et

$$(5)\qquad \log y = \log\alpha + 2n\left\{\frac{\left(\frac{y}{\alpha}\right)^{\frac{1}{n}}-1}{\left(\frac{y}{\alpha}\right)^{\frac{1}{n}}+1}+\frac{1}{3}\left[\frac{\left(\frac{y}{\alpha}\right)^{\frac{1}{n}}-1}{\left(\frac{y}{\alpha}\right)^{\frac{1}{n}}+1}\right]^3+\frac{1}{5}\left[\frac{\left(\frac{y}{\alpha}\right)^{\frac{1}{n}}-1}{\left(\frac{y}{\alpha}\right)^{\frac{1}{n}}+1}\right]^5+\dots\right\}.$$

» Par exemple, soit $\alpha = 4$ dans la série (4), on a :

$$(6)\quad \log y = 1,386294 + 2\left[\frac{y-4}{y+4} + \frac{1}{3}\left(\frac{y-4}{y+4}\right)^3 + \frac{1}{5}\left(\frac{y-4}{y+4}\right)^5 + \dots\right].$$

» On a de même, en faisant $\alpha = 10$ et $\alpha = 100$ dans (5)

$$(7)\quad \log y = 2,302585 + 2n\left\{\frac{\left(\frac{y}{10}\right)^{\frac{1}{n}} - 1}{\left(\frac{y}{10}\right)^{\frac{1}{n}} + 1} + \frac{1}{3}\left[\frac{\left(\frac{y}{10}\right)^{\frac{1}{n}} - 1}{\left(\frac{y}{10}\right)^{\frac{1}{n}} + 1}\right]^3 + \frac{1}{5}\left[\frac{\left(\frac{y}{10}\right)^{\frac{1}{n}} - 1}{\left(\frac{y}{10}\right)^{\frac{1}{n}} + 1}\right]^5 + \dots\right\}.$$

$$(8)\quad \log y = 4,605170 + 2n\left\{\frac{\left(\frac{y}{100}\right)^{\frac{1}{n}} - 1}{\left(\frac{y}{100}\right)^{\frac{1}{n}} + 1} + \frac{1}{3}\left[\frac{\left(\frac{y}{100}\right)^{\frac{1}{n}} - 1}{\left(\frac{y}{100}\right)^{\frac{1}{n}} + 1}\right]^3 + \frac{1}{5}\left[\frac{\left(\frac{y}{100}\right)^{\frac{1}{n}} - 1}{\left(\frac{y}{100}\right)^{\frac{1}{n}} + 1}\right]^5 + \dots\right\}.$$

» *N. B.* — On simplifie les calculs en adoptant pour α une puissance de 10.

» La série (5) est susceptible de fournir directement les logarithmes hyperboliques, sur une étendue d'autant plus considérable de l'échelle des nombres que α et n sont plus grands.

» Pour obtenir des expressions approximatives qui font l'objet principal de cette Note, il suffit généralement de conserver les deux premiers termes des séries, termes dont les coefficients sont légèrement modifiés, afin de compenser la suppression du reste et de fournir les logarithmes exacts de quelques nombres déterminés.

» Quand la formule approximative est rigoureusement exacte pour un nombre y_1 inférieur à α, elle l'est également pour un nombre y_2 supérieur à α, tel que $y_1 y_2 = \alpha^2$. Si, au contraire, elle donne lieu à une erreur absolue ε pour le nombre y_1, elle donne lieu à une erreur égale mais de signe contraire $-\varepsilon$ pour le nombre y_2.

» Avec deux termes de la série seulement, les séries exactes (6), (7) et (8) peuvent généralement être remplacées par les formules approximatives suivantes :

» Pour $\alpha = 4$, la formule (6) devient :

$$(9)\quad \log y = 1,386294 + 1,97627\,\frac{y-4}{y+4} + 0,92847\left(\frac{y-4}{y+4}\right)^3.$$

» L'erreur, nulle pour les valeurs suivantes de y : 1, 2, 4, 8, 16 et pour les inverses de ces nombres : $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, ne dépasse pas $+\frac{1}{140}$ pour $y = 20$.

Elle est loin de celle ($\frac{1}{26}$) trouvée par Poncelet, pour $y = 4\frac{1}{2}$ seulement, par application de la méthode de Simpson (¹).

» Pour les valeurs de y comprises entre 1 et 0, l'approximation des nouvelles formules est aussi grande que pour les nombres supérieurs à l'unité, à la condition de mettre la variable sous la forme $\frac{1}{y}$ et d'affecter le second membre du signe —.

» Pour $\alpha = 10$ et $n = 4$, la formule (7) devient :

$$(10)\quad \log y = 2,302585 + 7,99453\frac{\left(\frac{y}{10}\right)^{\frac{1}{4}}-1}{\left(\frac{y}{10}\right)^{\frac{1}{4}}+1} + 2,86977\left[\frac{\left(\frac{y}{10}\right)^{\frac{1}{4}}-1}{\left(\frac{y}{10}\right)^{\frac{1}{4}}+1}\right]^3.$$

» L'erreur, nulle pour les valeurs suivantes de y : 1, 2, 10, 50, 100, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$, atteint $-\frac{1}{725}$ pour $y = 300$ et $-\frac{1}{140}$ pour $y = 1000$.

» Pour $\alpha = 100$ et $n = 4$, la formule (8) devient :

$$(11)\quad \log y = 4,605170 + 7,9679\frac{\left(\frac{y}{100}\right)^{\frac{1}{4}}-1}{\left(\frac{y}{100}\right)^{\frac{1}{4}}+1} + 3,2097\left[\frac{\left(\frac{y}{100}\right)^{\frac{1}{4}}-1}{\left(\frac{y}{100}\right)^{\frac{1}{4}}+1}\right]^3.$$

» L'erreur, nulle pour les valeurs suivantes de y : 2, 10, 100, 1000, 5000, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{5000}$, ne dépasse pas $-\frac{1}{190}$ pour $y = 20000$.

» La formule (11), qui présente, il est vrai, le défaut d'exiger une double extraction de racines carrées de la variable, fournit donc des valeurs algébriques approximatives souvent suffisantes de la presque totalité de l'échelle des nombres.

» Il y a souvent avantage, principalement pour établir des expressions approximatives des exponentielles, à ne conserver que le premier terme des séries, en modifiant légèrement le coefficient de ce terme ; mais il faut alors adopter une valeur de n plus élevée, par exemple : 8. On trouve ainsi les deux formules

$$(12)\qquad \log y = 2,302585 + 16,10\frac{\left(\frac{y}{10}\right)^{\frac{1}{8}}-1}{\left(\frac{y}{10}\right)^{\frac{1}{8}}+1}$$

(¹) *Cours de Mécanique appliquée aux machines*, 2ᵉ Partie, 1876, p. 22.

et

$$(13) \qquad \log y = 4,605170 + 16,10 \frac{\left(\frac{y}{100}\right)^{\frac{1}{8}} - 1}{\left(\frac{y}{100}\right)^{\frac{1}{8}} + 1}.$$

» La première convient principalement pour les valeurs de y jusqu'à 300; la deuxième, peu exacte pour les très petits nombres, fournit encore une approximation souvent suffisante pour $y = 5000$.

» L'erreur de la formule (12), nulle pour $y = 10$, atteint $-\frac{1}{150}$ pour $y = 2$; $+\frac{1}{847}$ pour $y = 50$; $-\frac{1}{3120}$ pour $y = 100$; $-\frac{1}{194}$ pour $y = 300$.

» L'erreur de la formule (13), nulle pour $y = 100$, atteint $+\frac{1}{13}$ pour $y = 2$; $+\frac{1}{1560}$ pour $y = 10$; $-\frac{1}{1005}$ pour $y = 50$; $+\frac{1}{1360}$ pour $y = 200$; $-\frac{1}{4680}$ pour $y = 1000$; $-\frac{1}{163}$ pour $y = 5000$; $+\frac{1}{97}$ pour $y = 10000$.

» Les expressions algébriques approximatives des logarithmes fournissent facilement celles des exponentielles : celles-ci offrent le grand avantage d'être rationnelles. »

MÉCANIQUE. — *Sur la viscosité en un milieu vitreux.* Note de M. **P. Duhem.**

« Un *milieu vitreux* est un milieu dont tout état peut être censé obtenu par une déformation finie convenable, à partir d'un état initial homogène et isotrope; selon qu'il est plus ou moins aisément déformable, le milieu vitreux offre tous les intermédiaires entre le fluide parfait et le solide isotrope très rigide qui est l'objet ordinaire de la théorie de l'élasticité. L'étude de tels milieux est rendue indispensable par les recherches de M. Tammann et de divers autres physiciens qui ont mis hors de doute la continuité de la transition entre l'état fluide et l'état solide isotrope.

» Les lois d'équilibre des milieux vitreux ont été posées par les recherches de G. Kirchhoff et de M. Boussinesq; l'étude de leurs mouvements ne peut être abordée qu'en tenant compte de leur viscosité, qui, dans bien des cas, est très grande.

» L'état d'un élément matériel pris au sein d'un milieu vitreux est entièrement déterminé lorsque nous savons y tracer le trièdre trirectangle 1, 2, 3 [1] des axes principaux de dilatation et lorsque nous connaissons les trois quantités σ_1, σ_2, σ_3.

(1) Nous gardons ici les notations de notre Note *Sur quelques formules de Cinéma-*

» Une variation virtuelle infiniment petite, imposée à l'état actuel de cet élément matériel, est définie par les six quantités Δ_1, Δ_2, Δ_3, Γ_1, Γ_2, Γ_3 dont il a été question en notre précédente Communication. Le changement d'état réel produit dans cet élément pendant le temps dt est déterminé par $\Delta_1 = \Delta'_1\, dt, \ldots, \Gamma_1 = \Gamma'_1\, dt, \ldots$.

» La *fonction dissipative* a alors la forme

$$(1)\left\{\begin{aligned} \mathfrak{F} = {} & a(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)\Delta_1'^2 + a(\sigma_2, \sigma_3, \sigma_1)\Delta_2'^2 + a(\sigma_3, \sigma_1, \sigma_2)\Delta_3'^2 \\ & + 2b(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)\Delta'_2\Delta'_3 + 2b(\sigma_2, \sigma_3, \sigma_1)\Delta'_3\Delta'_1 + 2b(\sigma_3, \sigma_1, \sigma_2)\Delta'_1\Delta'_2 \\ & + c(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)\Gamma_1'^2 + c(\sigma_2, \sigma_3, \sigma_1)\Gamma_2'^2 + c(\sigma_3, \sigma_1, \sigma_2)\Gamma_3'^2 \\ & + 2d(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)\Gamma'_2\Gamma'_3 + 2d(\sigma_2, \sigma_3, \sigma_1)\Gamma'_3\Gamma'_1 + 2d(\sigma_3, \sigma_1, \sigma_2)\Gamma'_1\Gamma'_2 \\ & + 2[f(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)\Gamma'_1 + m(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)\Gamma'_2 + m(\sigma_1, \sigma_3, \sigma_2)\Gamma'_3]\Delta'_1 \\ & + 2[f(\sigma_2, \sigma_3, \sigma_1)\Gamma'_2 + m(\sigma_2, \sigma_3, \sigma_1)\Gamma'_3 + m(\sigma_2, \sigma_1, \sigma_3)\Gamma'_1]\Delta'_2 \\ & + 2[f(\sigma_3, \sigma_1, \sigma_2)\Gamma'_3 + m(\sigma_3, \sigma_1, \sigma_2)\Gamma'_1 + m(\sigma_3, \sigma_2, \sigma_1)\Gamma'_2]\Delta'_3. \end{aligned}\right.$$

» En outre, on a, quels que soient σ, σ', σ'',

$$(2)\left\{\begin{aligned} & a(\sigma, \sigma', \sigma'') = a(\sigma, \sigma'', \sigma'), \qquad b(\sigma, \sigma', \sigma'') = b(\sigma, \sigma'', \sigma'), \\ & c(\sigma, \sigma', \sigma'') = c(\sigma, \sigma'', \sigma'), \qquad d(\sigma, \sigma', \sigma'') = d(\sigma, \sigma'', \sigma'), \\ & \qquad\qquad f(\sigma, \sigma', \sigma'') = f(\sigma, \sigma'', \sigma'). \end{aligned}\right.$$

» Enfin les coefficients a, b, c, d, f, m dépendent de la température absolue T.

» La forme quadratique $\mathfrak{F}$ est une forme définie positive de Δ'_1, Δ'_2, Δ'_3, Γ'_1, Γ'_2, Γ'_3.

» En une modification virtuelle quelconque, le travail des actions de viscosité est

$$(3)\left\{\begin{aligned} d\mathfrak{G}_v = -\int\Big(& \frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial\Delta'_1}\Delta_1 + \frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial\Delta'_2}\Delta_2 + \frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial\Delta'_3}\Delta_3 \\ & + 2\frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial\Gamma'_1}\Gamma_1 + 2\frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial\Gamma'_2}\Gamma_2 + 2\frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial\Gamma'_3}\Gamma_3\Big)d\varpi, \end{aligned}\right.$$

l'intégrale s'étendant au volume entier du milieu *déformé*.

---

tique utiles dans la théorie générale de l'élasticité (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, séance du 19 janvier 1903).

» Posons

$$(4)\quad\begin{cases} \nu_x = -\left(\dfrac{\partial \mathfrak{L}}{\partial \Delta'_1}\mathfrak{X}_1^2 + \dfrac{\partial \mathfrak{L}}{\partial \Delta'_2}\mathfrak{X}_2^2 + \dfrac{\partial \mathfrak{L}}{\partial \Delta'_3}\mathfrak{X}_3^2 \right.\\ \qquad \left. + 2\dfrac{\partial \mathfrak{L}}{\partial \Gamma'_1}\mathfrak{X}_2\mathfrak{X}_3 + 2\dfrac{\partial \mathfrak{L}}{\partial \Gamma'_2}\mathfrak{X}_3\mathfrak{X}_1 + 2\dfrac{\partial \mathfrak{L}}{\partial \Gamma'_3}\mathfrak{X}_1\mathfrak{X}_2\right), \\ \tau_x = -\left[\dfrac{\partial \mathfrak{L}}{\partial \Delta'_1}\mathfrak{Y}_1\mathfrak{Z}_1 + \dfrac{\partial \mathfrak{L}}{\partial \Delta'_2}\mathfrak{Y}_2\mathfrak{Z}_2 + \dfrac{\partial \mathfrak{L}}{\partial \Delta'_3}\mathfrak{Y}_3\mathfrak{Z}_3 + 2\dfrac{\partial \mathfrak{L}}{\partial \Gamma'_1}(\mathfrak{Z}_2\mathfrak{Y}_3 + \mathfrak{Y}_2\mathfrak{Z}_3)\right. \\ \qquad \left. + 2\dfrac{\partial \mathfrak{L}}{\partial \Gamma'_2}(\mathfrak{Z}_3\mathfrak{Y}_1 + \mathfrak{Y}_3\mathfrak{Z}_1) + 2\dfrac{\partial \mathfrak{L}}{\partial \Gamma'_3}(\mathfrak{Z}_1\mathfrak{Y}_2 + \mathfrak{Y}_1\mathfrak{Z}_2)\right] \end{cases}$$

et définissons ν_y, ν_z, τ_y, τ_z par des égalités analogues.

» Nous pourrons écrire

$$(5)\quad\begin{cases} d\mathfrak{T}_\nu = \displaystyle\int \left[\nu_x \dfrac{\partial\,\delta\xi}{\partial x} + \nu_y \dfrac{\partial\,\delta\xi}{\partial y} + \nu_z \dfrac{\partial\,\delta\xi}{\partial z}\right. \\ \qquad \left. + \tau_x\left(\dfrac{\partial\,\delta\zeta}{\partial y} + \dfrac{\partial\,\delta\eta}{\partial z}\right) + \tau_y\left(\dfrac{\partial\,\delta\xi}{\partial z} + \dfrac{\partial\,\delta\zeta}{\partial x}\right) + \tau_z\left(\dfrac{\partial\,\delta\eta}{\partial x} + \dfrac{\partial\,\delta\xi}{\partial y}\right)\right] d\varpi. \end{cases}$$

» *Si*, dans tout l'espace occupé par le milieu déformé, *les quantités* ν_x, ν_y, ν_z, τ_x, τ_y, τ_z *admettent, par rapport à* x, y, z, *des dérivées partielles qui sont finies*, la formule (4) pourra se transformer en la suivante :

$$(6)\quad\begin{cases} d\mathfrak{T}_\nu = -\displaystyle\int [\nu_x\alpha + \tau_z\beta + \tau_y\gamma)\,\delta\xi + (\tau_z\alpha + \nu_y\beta + \tau_x\gamma)\,\delta\eta \\ \qquad + (\tau_y\alpha + \tau_x\beta + \nu_z\gamma)\,\delta\zeta]\,dS \\ \quad -\displaystyle\int \left[\left(\dfrac{\partial\nu_x}{\partial x} + \dfrac{\partial\tau_z}{\partial y} + \dfrac{\partial\tau_y}{\partial z}\right)\delta\xi + \left(\dfrac{\partial\tau_z}{\partial x} + \dfrac{\partial\nu_y}{\partial y} + \dfrac{\partial\tau_x}{\partial z}\right)\delta\eta\right. \\ \qquad \left. + \left(\dfrac{\partial\tau_y}{\partial x} + \dfrac{\partial\tau_x}{\partial y} + \dfrac{\partial\nu_z}{\partial z}\right)\delta\zeta\right] d\varpi \end{cases}$$

dS étant un élément de la surface qui limite le milieu déformé et α, β, γ les cosinus des angles que fait avec Ox, Oy, Oz la normale à l'élément dS menée vers l'intérieur du milieu.

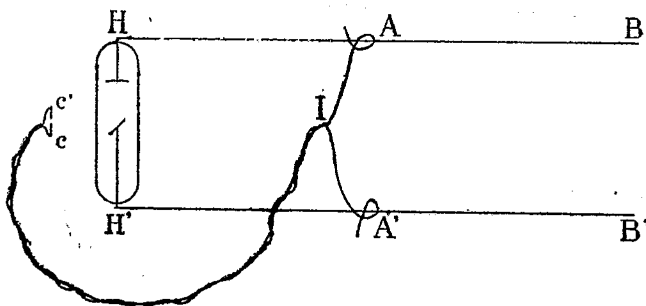
» Ces formules permettent d'étendre aux milieux vitreux affectés de viscosité bon nombre de propositions démontrées pour les fluides visqueux. »

OPTIQUE. — *Sur la polarisation des rayons* X.
Note de M. R. BLONDLOT.

« Les tentatives faites jusqu'ici pour polariser les rayons X sont demeurées infructueuses. Je me suis demandé si les rayons X émis par un tube focus ne serait pas déjà polarisés dès leur émission.

» J'ai été conduit à me poser cette question en considérant que les conditions de dissymétrie nécessaires pour que ces rayons puissent être polarisés sont précisément remplies. En effet, chacun des rayons X naît d'un rayon cathodique; ces deux rayons déterminent un plan, et ainsi, par chacun des rayons X émis par le tube passe un plan dans lequel (ou normalement auquel) ce rayon peut avoir des propriétés particulières : c'est bien la dissymétrie qui correspond à la polarisation.

» Maintenant, si cette polarisation existe, comment la reconnaître? Il m'est venu à la pensée qu'une petite étincelle, telle que celles dont je me suis servi dans mes recherches sur la vitesse de propagation des rayons X, pourrait peut-être jouer ici le rôle d'analyseur, attendu que les propriétés d'une étincelle peuvent être différentes dans la direction de sa longueur, d'une part, qui est aussi celle de la force électrique qui la produit, et suivant les directions normales à cette longueur, d'autre part. Partant de là, je disposai un appareil d'après le diagramme ci-dessous, afin d'obtenir une petite étincelle pendant l'émission des rayons X.



» Un tube focus est relié à une bobine d'induction par les fils BH, B'H', recouverts de gutta-percha. Deux autres fils, également recouverts de gutta-percha, AI*c* et A'I*c'*, sont terminés en A et A' par deux boucles qui entourent respectivement BH et B'H'; un bout de tube de verre, non

représenté sur la figure, maintient chacune des boucles séparée du fil qu'elle entoure. Les fils AI, A'I sont ensuite enroulés l'un sur l'autre et leurs extrémités c et c', terminées en pointe, sont maintenues en regard l'une de l'autre à une très petite distance réglable à volonté, de manière à former un petit excitateur à étincelles. En vertu de cette disposition, l'influence électrostatique exercée par les fils BH et B'H' sur les boucles A et A' produit, à chaque courant de rupture de la bobine, une petite étincelle à la coupure cc', en même temps que des rayons X sont émis par le tube. Grâce à la flexibilité des fils AIc, A'Ic', on peut orienter d'une manière quelconque la droite cc', suivant laquelle l'étincelle jaillit. Une feuille carrée d'aluminium, ayant $0^{m},40$ de côté, est interposée entre le tube et l'étincelle, de façon à empêcher toute influence directe des électrodes du tube sur cc'.

» Afin de définir aisément les positions relatives du tube et de l'étincelle cc', prenons trois axes rectangulaires dont l'un, OZ, est vertical.

» Assujettissons le tube focus de façon que sa longueur, et par conséquent aussi le faisceau cathodique, coïncide avec OY, l'anticathode étant placée vers l'origine et envoyant des rayons X sur les x positifs.

» Plaçons la coupure cc' en un point de la partie positive de l'axe OX, de façon que sa direction soit parallèle à OY. L'étincelle étant convenablement réglée, on constate que les rayons X agissent sur elle en augmentant son éclat, car l'interposition d'une lame de plomb ou de verre la diminue manifestement.

» Maintenant, sans changer la coupure de place, faisons-la tourner de façon à la rendre parallèle à OZ, c'est-à-dire normale aux rayons cathodiques. On constate alors que l'action des rayons X sur l'étincelle a disparu : le plomb ou le verre interposés n'en diminuent plus l'éclat.

» Les rayons X ont donc un *plan d'action*, qui est celui qui passe par chaque rayon X et le rayon cathodique générateur. Si l'on donne à la coupure des orientations intermédiaires entre les deux précédentes, on voit l'action diminuer depuis la position horizontale jusqu'à la verticale.

» Voici une autre expérience, plus frappante encore :

» Si l'on fait tourner l'étincelle autour de OX comme axe, parallèlement au plan YOZ, on voit l'étincelle passer d'un maximum d'éclat, quand elle est horizontale, à un maximum d'éclat, quand elle est verticale. Ces variations d'éclat sont pareilles à celles que l'on voit en observant un faisceau de lumière polarisée à travers un nicol que l'on fait tourner : la petite

étincelle joue le rôle d'analyseur. Le faisceau de rayons X a la même dissymétrie qu'un faisceau de lumière polarisée : il a, suivant l'expression de Newton, des côtés différents les uns des autres; autrement dit, il est *polarisé*, en prenant ce mot dans son acception la plus large.

» Le phénomène est aisément observable quand l'étincelle est bien réglée : il faut, pour cela, qu'elle soit extrêmement courte et faible.

» Si l'on fait tourner le tube focus autour de son axe, lequel est parallèle aux rayons cathodiques, les phénomènes observés ne changent pas (tant que des rayons X atteignent la coupure). Le plan d'action est donc indépendant de l'orientation de l'anticathode : c'est toujours le plan qui passe par le rayon X et le rayon cathodique générateur.

» L'étincelle étant disposée dans ce plan d'action, si l'on change son orientation dans ce plan, on constate que l'action qu'elle reçoit des rayons X est maximum quand elle leur est normale, et nulle quand elle leur est parallèle (ou presque parallèle).

» Maintenant, un rayon X et son rayon cathodique générateur ne définissent un plan que si leurs directions sont différentes. Or, parmi les rayons X émis, il y en a dont la direction est la même à peu de chose près que celle des rayons cathodiques : ce sont ceux qui rasent la cathode. On doit s'attendre à les trouver très incomplètement polarisés; c'est, en effet, ce que j'ai reconnu à l'aide de la petite étincelle.

» J'ai constaté plusieurs faits importants, que je ne ferai toutefois que mentionner aujourd'hui. Le quartz et le sucre en morceaux font tourner le plan de polarisation des rayons X dans le même sens que celui de la lumière; j'ai obtenu des rotations de 40°.

» Les rayons secondaires, dits *rayons* δ, sont également polarisés. Les substances actives font tourner leur plan de polarisation en sens contraire de celui de la lumière ; j'ai observé des rotations de 18°.

» Il est extrêmement probable que la rotation magnétique existe aussi, tant pour les rayons X que pour les rayons δ. On peut penser également que les propriétés de ces rayons, relatives à la polarisation, s'étendent aux rayons tertiaires, etc.

» J'ai l'intention d'exposer incessamment les résultats auxquels je suis déjà parvenu, concernant ces différents points. »

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie que, d'après une Lettre qu'il vient de recevoir de la Faculté des Sciences de Marseille, M. *Reboul*,

Correspondant de l'Académie pour la Section de Chimie, est décédé à Marseille le 23 décembre dernier.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination à une place d'Académicien libre, en remplacement de feu M. *Damour*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 67 :

M. Léon Labbé obtient	. . . .	36 suffrages
M. Tannery »	. . . .	15 »
M. J. Carpentier »	. . . .	14 »
M. Bigourdan »	. . . .	1 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Léon Labbé**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doivent être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la place de Membre du Bureau des Longitudes, vacante par suite du décès de M. *Faye*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat,

M. Bigourdan obtient	. . . .	52 suffrages
M. P. Puiseux »	. . . .	1 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

M. P. Puiseux obtient	. . . .	39 suffrages
M. Andoyer »	. . . .	2 »

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne	M. **Bigourdan**
En seconde ligne	M. **P. Puiseux**

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Marx** présente, par l'entremise de M. de Lapparent, la quatrième Partie de son Mémoire sur « l'éther, principe universel des forces ». Cette quatrième Partie se rapporte à la « constitution moléculaire ».

(Commissaires : MM. Maurice Levy, H. Poincaré, Sarrau, de Lapparent.)

M. **Eug. Ferron** adresse un « Essai de solution complète du problème de l'équilibre d'un corps solide rigide, présentant deux points fixes ».

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Appell.)

M. **S. Odier** adresse un « Essai de perfectionnement du système musical ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Mascart, Violle.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Trois nouveaux Volumes de l'*International Catalogue of scientific literature* (first annual issue) (*Mathematics, Astronomy, Bacteriology*);

2° Le Tome II des « OEuvres complètes de J.-C. Galissard de Marignac ». Ce Volume comprend les Mémoires et Critiques (1860-1887). (Présenté par M. Ditte.)

M. **Mascart**, à propos d'une Note imprimée adressée à l'Académie par M. *Ch. Oberlin*, de Colmar, sous le titre « Le tir des fusées contre la grêle », fait remarquer que les expériences citées par l'Auteur paraissent avoir eu une véritable efficacité. Les tirs contre la grêle ayant fait l'objet de nombreux essais dans les dernières années, il est utile de signaler les résultats obtenus par M. Oberlin par l'emploi des fusées, selon la méthode préconisée d'abord par M. le Dr Vidal, à Hyères.

M. **Gonnessiat** adresse, de Quito, des remercîments à l'Académie, pour la distinction accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1903 *a*, *faites à l'équatorial coudé* (0^m,35) *de l'Observatoire de Lyon*, par MM. **J. Guillaume** et **G. Le Cadet**, présentées par M. Lœwy.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates. 1903.	Temps moyen de Paris.	✶—★ Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	Obs.	α app.	Log fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″			h m s		° ′ ″		
Janv. 21.	6.14. 6	—0.12,59	—2.46,7	12:10	GLC	22.59.51,73	9,504	+2.44.27,6	0,783	*a*
21.	6.58.44	—0.11,64	—2.16,2	12:10	JG	22.59.52,68	9,560	+2.44.58,1	0,787	*a*
27.	6.13.13	—0.13,25	+2.52,0	12:10	GLC	23. 6.38,83	9,528	+4.14.32,8	0,777	*c*
27.	6.33.34	—0.12,41	+3. 3,7	12:10	JG	23. 6.39,67	9,552	+4.14.44,5	0,780	*c*
28.	6.11.46	—0.11,17	—5.42,6	12:10	GLC	23. 7.51,93	9,529	+4.30.28,6	0,776	*d*
28.	6.38.58	—0. 9,75	—5.22,3	12:10	JG	23. 7.53,35	9,561	+4.30.48,9	0,780	*d*
29.	6.11.22	+0.10,77	+0.46,1	12:10	GLC	23. 9. 6,52	9,532	+4.46 43,5	0,775	*e*
29.	6.32.11	+0.11,76	+0.58,4	12:10	JG	23. 9. 7,51	9,557	+4.46.55,8	0.778	*e*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1903,0.

★.	Désignation.	Asc. droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a.........	Anonyme 10e,5	23. 0. 4,60	—0,28	+ 2.47.11,5	+2,8	Rapportée à *b*.
b.........	BD + 2°,4603	22.59. 8,05	»	+ 2.45.19,2	»	AG. Albany, 7960.
c.........	BD + 3°,4834	23. 6.52,36	—0,28	+ 4.11.38,4	+2,4	AG. Albany, 8005.
d.........	BD + 4°,4980	23. 8. 3,38	—0,28	+ 4.36. 8,8	+2,4	AG. Albany, 8010.
e.........	BD + 4°,4984	23. 8.56,03	—0,28	+ 4.45.55,1	+2,3	AG. Albany, 8019.

« *Remarques.* — Les comparaisons ont été faites avec le micromètre à fils brillants et le grossissement 360.

» Janv. 21. — Ciel brumeux, surtout pendant la deuxième série. Les 27 et 28, ciel brumeux. La comète apparaît, par vision oblique, comme une vague nébulosité sans prolongement et sans noyau.

» Avec le grossissement 75, la nébulosité cométaire, diffuse et à peu près ronde, apparaît dans le crépuscule en même temps que les étoiles de 10e,5 grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires de la nouvelle comète Giacobini* (*a* 1903). Note de M. G. **Fayet**, présentée par M. Lœwy.

« Ces éléments sont déduits de l'observation du 19 janvier, faite à Nice, de celle du 24 janvier, faite à Besançon, et enfin d'une observation obtenue le 27, à Paris, par M. Bigourdan.

» On a ainsi obtenu :

$$T = 1903 \text{ mars } 28{,}947, \text{ temps moyen de Paris.}$$

$$\left.\begin{array}{l} i = 35^\circ.35'.\ 6'' \\ \Omega = \ \ 0.41.56 \\ \omega = 130.40.55 \end{array}\right\} 1903{,}0,$$

$$\log q = \bar{1}{,}67479.$$

Représentation du lieu moyen : $O - C \left\{ \begin{array}{l} d\lambda = -4'', \\ d\beta = \ \ 0''. \end{array}\right.$

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon* (*équatorial Brünner de* $0^m{,}16$) *pendant le quatrième trimestre de* 1902. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, qui s'expliquent ainsi :

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches ; les colonnes successives renferment les dates extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour et fraction de jour, temps civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en millionièmes de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque ; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observations et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels des groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches (en millionièmes de l'hémisphère).

» Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en millièmes de l'hémisphère.

» Voici les principaux faits qui en résultent :

» *Taches*. — Le nombre des groupes de taches notés, 11, est le même que dans le précédent trimestre (voir *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 887), mais leur surface totale est supérieure de plus du double : 699 millionièmes au lieu de 321.

» Leur répartition entre les deux hémisphères est de 5 groupes au Sud, au lieu de 3, et de 6 au Nord au lieu de 8.

» Le groupe le plus important de ce trimestre s'est présenté en novembre; sa plus grande surface a été de 400 millionièmes, légèrement supérieure aux groupes de janvier et de septembre, mais inférieure d'un tiers au groupe du mois de mars, qui a été le plus considérable de cette année.

» D'autre part, sur les 48 jours d'observation de ce trimestre, il y a eu 21 jours sans taches, soit un nombre proportionnel de 0,44 contre 0,78 obtenu précédemment. Le nombre proportionnel des jours sans taches noté antérieurement, avant le *minimum*, a été celui du troisième trimestre de 1900.

» *Régions d'activité*. — Le nombre des groupes de facules notés est moindre que dans le trimestre précédent; il est, effectivement, de 57 au lieu de 148. Leur surface totale est de 19,3 millièmes au lieu de 27,0.

» Quant au changement survenu dans leur répartition entre les deux hémisphères, on a 24 groupes au Sud au lieu de 57, et 33 au Nord au lieu de 91.

TABLEAU I. — *Taches*.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'obser-vations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre 1902. — 0,11			
7-9	3	8,5		+21	14
6-15	7	10,3		+ 9,5	149
20	1	19,0		+24	12
22-29	7	25,0	−20,5		158
28	1	25,7	−32,5		2
24-31	6	29,9	−20		8
	19 j.		−24°,3	+18°,2	
		Novembre 1902. — 0,57			
19-26	6	19,9		+14	318
2	1	30,9	−3,5		2
	14 j.		−3°,5	+14°,9	
		Décembre 1902. — 0,73			
14	1	13,0	−18		3
16	1	13,2		+23	28
12	1	16,4		+16	5
	15 j.		−18°,0	+19°,5	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1902.	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles réduites
	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.		
Octobre...	»	1	2	»	»	3	3	1	»	2	»	»	6	343
Novembre.	»	»	»	»	1	1	1	»	1	»	»	»	2	320
Décembre.	»	»	»	1	»	1	2	»	1	1	»	»	3	36
Totaux..	»	1	2	1	1	5	6	1	2	3	»	»	11	699

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1902.	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles réduites.
	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.		
Octobre....	»	1	1	2	1	5	9	1	1	»	3	4	14	5,9
Novembre..	3	1	3	2	»	9	17	3	5	2	1	6	26	7,2
Décembre..	»	3	3	3	1	10	7	1	3	2	1	»	17	6,2
Totaux...	3	5	7	7	2	24	33	5	9	4	5	10	57	19,3

ASTRONOMIE. — *Sur une bande rectiligne de Jupiter, anomalement oblique à l'équateur, observée en décembre* 1902 *et janvier* 1903. Note de Dom **M. Amann**, présentée par M. Wolf.

« On sait que, sous l'évidente influence d'une rotation rapide, les taches de Jupiter s'alignent en bandes rigoureusement parallèles à l'équateur. Les exceptions à cette règle sont rares, comme le témoigne Chambers, qui, dans son *Astronomy* (Oxford, 1867, p. 103, *fig.* 35 et 36), a publié deux aspects remarquables d'une bande rectiligne, oblique à l'équateur, et s'étendant le 9 avril 1860 d'un bord à l'autre du disque, dans l'hémisphère nord. L'obliquité est de 32° dans une des figures et de 14° dans l'autre.

» Or, sur les 74 dessins que j'ai pris de cet astre, du 4 juillet 1902 au 22 janvier 1903, cette anomalie se présente quatre fois vers la calotte australe.

» Le 13 décembre surtout, la bande oblique était dans toute son accentuation. Inclinée de 12°, elle s'étendait entre le 41e et le 20e parallèles de latitude sud. L'une de ses extrémités était à environ 20° du bord oriental de la planète et l'autre s'arrêtait vers une bande parallèle à l'équateur, à environ 23° du bord occidental. Toutefois elle ne se joignait pas à cette bande parallèle, qui semblait lui avoir fait place sur un parcours de 78° environ de longitude, tandis que, souvent, en temps ordinaire, elle paraît

entourer tout le globe de la planète. Cette circonstance indique assez que la perturbation qui a occasionné ces anomalies a dû être profonde. Le mauvais temps ne m'ayant pas permis en décembre de dessiner Jupiter avant le 9, je ne saurais dire quand la déviation a commencé. Mais l'aspect du 9 permet de supposer qu'elle se préparait tant soit peu dès lors. En laissant de côté cet aspect ainsi que celui du 22 janvier, car ils ne présentent qu'une portion très restreinte de la région bouleversée, on peut affirmer en tout cas qu'après le 13 décembre l'anomalie persistait, mais avec des transformations et atténuations successives, aux dates du 22 et 31 décembre et du 14 et 20 janvier suivants.

» Comme il est impossible de les décrire ici utilement sans figures, je me bornerai à faire remarquer que ces observations fournissent un précieux moyen de renseignement sur la durée de formation des autres bandes analogues, obscures et parallèles, puisque, formant généralement une ceinture *continue* autour de la planète, ces dernières ne sauraient révéler à quelle époque la matière qui les constitue apparaît et disparaît. De plus, on est porté à conclure que le degré de plasticité de la masse superficielle de Jupiter doit se rapprocher d'une certaine solidification. Cette solidification, partielle toutefois et superficielle, permet seule d'expliquer, ce semble, la persistance rectiligne de la bande devenue oblique. En effet, on comprend que, sous l'influence d'un cataclysme venant des profondeurs, cette bande a pu être entraînée excentriquement à l'axe de rotation, comme sur une immense banquise de matière plus ou moins solidifiée, tout en restant rectiligne.

» Le 14 et le 20 janvier, la calotte polaire australe, très estompée comme d'habitude, présentait cependant une certaine obliquité concordant avec celle de la bande anomale. Enfin, il n'est pas hors de propos de remarquer que la *tache rouge* était, comme longitude, à une position presque diamétralement opposée à la région bouleversée.

» Quant à la rareté du phénomène, il est possible de la préciser par le fait que sur 886 dessins de Jupiter, répartis en 14 années, et exécutés de 1882 à 1893 et en 1896 et 1897, les mêmes déviations ne se sont manifestées que 7 fois seulement, et jamais avec l'extension et la persistance dont j'ai été ces temps-ci le témoin.

» Ces observations faites à Aoste (Italie), à l'altitude de près de 600^{m}, montrent que, même avec l'objectif de 4 pouces d'ouverture, dont je me suis servi, les images étaient bonnes et bien supérieures à celles obtenues à une altitude moindre. L'oculaire employé donnait un grossissement de 120 fois. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes de substitutions.* Note de M. G.-A. MILLER, présentée par M. Jordan.

« A. Soit G un groupe transitif de degré n, et soit G_1 un sous-groupe contenant toutes les substitutions de G qui laissent une lettre immobile. Si G contient un sous-groupe de degré $n-1$ et d'ordre p^α (p étant un nombre premier quelconque), il s'ensuit que G est ou bien primitif ou imprimitif, et, dans ce dernier cas, chacun de ses systèmes d'imprimitivité contient $lp+1$ lettres; car, si G est imprimitif, G_1 doit transformer au moins un système d'imprimitivité en lui-même, puisqu'il transforme une lettre en elle-même. Bien plus, puisque $n = kp+1$ et que $n - lp - 1$ est divisible par $lp+1$ chaque fois que G est imprimitif, il s'ensuit que $k - l = m(lp+1)$. De là $kp + 1 \overline{\gtrless} (p+1)^\alpha$. Donc G ne peut être imprimitif, à moins que son degré ne soit $\overline{\gtrless}(p+1)^2$.

» Ce résultat élémentaire est très utile dans l'étude des groupes simples. Si $p^\alpha (\alpha > 0)$ est la plus haute puissance de p qui divise l'ordre d'un groupe simple, ce groupe transforme les $1+kp$ sous-groupes d'ordre p^α conformément à un groupe transitif H. Le sous-groupe de H, (H_1), qui est composé de toutes les substitutions qui ne renferment pas une de ses lettres, contient seulement un sous-groupe d'ordre p^α. Le degré de ce sous-groupe doit être kp, puisqu'il ne peut se trouver en deux conjugués de H_1. D'ailleurs, d'après le paragraphe précédent, H est primitif ou bien tous ses systèmes d'imprimitivité sont de forme $lp+1$, et, dans ce dernier cas, son degré est $\overline{\gtrless}(p+1)^2$. Pour les groupes d'opérations, on peut formuler ces résultats de la manière suivante :

» *Si p^α est la plus haute puissance de p qui divise l'ordre d'un groupe simple* (K), *et si le nombre des sous-groupes de l'ordre p^α dans* K *est moindre que* $(p+1)^2$, *il faut que chacun de ces sous-groupes soit transformé en lui-même par un sous-groupe maximum de* K.

» B. Mathieu a prouvé qu'il y a un groupe (G) trois fois transitif d'ordre $p^n(p^{2n}-1)$ et de degré p^n+1, p étant un nombre premier quelconque et n étant plus grand que o ([1]). Le groupe G comprend un sous-groupe (G_1) deux fois transitif d'ordre $p^n(p^n-1)$ dans lequel il y a p^n sous-groupes conjugués et circulaires d'ordre $p^n - 1$.

([1]) MATHIEU, *Journal de Liouville*, t. VI, 1861, p. 241.

» On peut prouver comme il suit que G est complètement déterminé par G_1 : soit H un groupe transitif quelconque de degré p^n+1 et d'ordre $p^n(p^{2n}-1)$ lequel comprend G_1.

» Chaque sous-groupe circulaire (C) de G_1 et d'ordre p^n-1 est transformé en lui-même exactement par $2(p^n-1)$ substitutions de H. Ces substitutions doivent former un groupe (M) qui est intransitif et de classe p^n-1. Ces deux conditions sont remplies seulement quand M est ou un groupe diédre, ou quand il transforme les substitutions de C dans leur $\frac{p^n-1}{2}-1$ puissance. Dans ce dernier cas $p^n\equiv 1$ mod 8 et m comprend $\frac{p^n-1}{2}$ substitutions négatives d'ordre 4.

» Il est facile de prouver que H ne peut contenir le dernier de ces groupes, alors M doit être un groupe diédre. De ceci il résulte que les substitutions de M sont complètement déterminées par celles de C. Comme G, est dérivé de G_1 et de toute substitution de G qui n'est pas contenue dans G, et comme M est complètement déterminé par C, il s'ensuit qu'il y a seulement un groupe de degré p^n+1 qui comprend G. En particulier il y a seulement un groupe de degré $p+1$ et d'ordre $p(p^2-1)$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les couples actifs des permutations.*
Note de M. **Désiré André.**

« I. Toute permutation des n premiers nombres est composée de suites alternatives d'éléments croissants ou décroissants. Chacune de ces suites est une *séquence*. Les permutations des n premiers nombres se partagent en deux *espèces :* celles qui contiennent un nombre pair de séquences ; celles qui en contiennent un nombre impair.

» Lorsque, dans l'une quelconque de ces permutations, on échange deux éléments entre eux, tantôt cette permutation change d'espèce, tantôt elle n'en change pas. Dans le premier cas, les éléments échangés forment un *couple actif;* dans le second, un *couple inactif*. Je viens d'achever un Mémoire consacré tout entier aux couples actifs des permutations des n premiers nombres; je vais en exposer les principaux résultats.

» II. Considérons l'une quelconque de ces permutations. Appelons *éléments initiaux* ses deux premiers éléments, *éléments terminaux* ses deux derniers. Désignons par α la différence, prise en valeur absolue, des deux éléments initiaux; par β la différence, prise aussi en valeur absolue, des

deux éléments terminaux; par i le nombre des éléments initiaux non compris, en grandeur, entre les deux éléments terminaux; par j le nombre des éléments terminaux non compris, en grandeur, entre les deux éléments initiaux; enfin, par ε la différence, prise encore en valeur absolue, des deux nombres i et j. Nous pouvons, pour toute valeur de n égale ou supérieure à 4, énoncer ce résultat :

» *Le nombre x des couples actifs contenus dans une permutation quelconque des n premiers nombres est donné par la formule*

$$x = 2(n-1) - (\alpha + \beta) + \varepsilon.$$

» III. Supposons placés, sur un même axe des abscisses, les deux points correspondant aux éléments initiaux d'une permutation, et les deux points correspondant aux éléments terminaux. Le segment compris entre les deux premiers de ces points et le segment compris entre les deux derniers peuvent présenter trois positions relatives : ils sont *séparés*, s'ils n'ont aucun point commun; *imbriqués*, s'ils se recouvrent en partie; *superposés*, si l'un recouvre entièrement l'autre. De là trois sortes de permutations : permutations à segments séparés, permutations à segments imbriqués, permutations à segments superposés. Lorsque n est au moins égal à 4, on arrive à ces résultats :

» *Si l'on désigne par Φ_n, X_n, Ψ_n les nombres totaux des couples actifs contenus respectivement dans l'ensemble des permutations à segments séparés, dans l'ensemble des permutations à segments imbriques, dans l'ensemble des permutations à segments superposés, on a*

$$\Phi_n = \tfrac{2}{15} n!\,(4n-6),$$
$$X_n = \tfrac{2}{15} n!\,(3n-7),$$
$$\Psi_n = \tfrac{2}{15} n!\,(3n-2).$$

» IV. En ajoutant membres à membres ces trois égalités, et supposant toujours n au moins égal à 4, on arrive à ce nouveau résultat :

» *Le nombre total Θ_n des couples actifs contenus dans le système complet des permutations des n premiers nombres est donné par l'égalité*

$$\Theta_n = \tfrac{2}{3} n!\,(2n-3).$$

» Et il s'ensuit immédiatement, pour le système complet considéré : que le nombre moyen des couples actifs contenus dans une permutation est égal à $\frac{2}{3}(2n-3)$; que le rapport de ce nombre moyen au nombre n des

éléments de la permutation est égal à $\frac{2}{3}\left(2-\frac{3}{n}\right)$; enfin, que ce même rapport tend vers la limite $\frac{4}{3}$, lorsque n croît indéfiniment.

» V. Comme on pouvait le prévoir, il existe plusieurs relations, plusieurs analogies entre la théorie des couples actifs et la théorie des séquences. Je citerai seulement ces deux-ci :

» *Dans les permutations de n éléments, l'excès du double du nombre moyen des séquences sur le nombre moyen des couples actifs est indépendant de n et égal à* $\frac{4}{3}$.

» *Dans le système complet des permutations des n premiers nombres, lorsque n croît au delà de toute limite, le nombre total des couples actifs, d'une part, et le double du nombre total des séquences, de l'autre, sont deux infiniment grands équivalents, c'est-à-dire deux infiniment grands dont le rapport tend vers l'unité.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation les uns par les autres des nombres formant un ensemble dénombrable.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Appell.

« 1. Étant donné un ensemble dénombrable E de nombres réels, nous ferons correspondre à chaque nombre de l'ensemble un entier positif h que nous appellerons *hauteur* de ce nombre dans E et tel que chaque valeur de h corresponde à un nombre limité de nombres de E. Une telle correspondance peut être obtenue d'une infinité de manières; dans chaque cas particulier, on devra supposer qu'on a choisi une correspondance *déterminée*. Par exemple, si l'on considère l'ensemble des nombres $\frac{p}{q}$, p et q étant entiers et premiers entre eux, on pourra prendre pour h la somme $|p|+|q|$; si l'on considère l'ensemble des nombres algébriques réels, on pourra prendre pour h la somme du degré et des coefficients (entiers sans facteur commun) de l'équation irréductible que vérifie le nombre algébrique.

» Désignons par x_1 et x_2 deux nombres de E, par h_1 et h_2 leurs hauteurs; comme il y a un nombre limité de nombres de hauteur h_1 et un nombre limité de nombres de hauteur h_2, il est clair qu'il existe un minimum pour la valeur absolue de x_1-x_2; en d'autres termes, *il existe* une fonction $\varphi(h_1, h_2)$, toujours positive et telle que l'on ait

$$|x_1-x_2|>\varphi(h_1, h_2). \tag{1}$$

» Je me propose de résumer d'abord quelques recherches, que je publierai prochainement, relatives à la *détermination effective* de la fonction $\varphi(h_1, h_2)$ pour certains ensembles E; j'indiquerai ensuite quel intérêt il me paraîtrait y avoir à la déterminer dans des cas de plus en plus généraux.

» 2. Considérons d'abord l'ensemble E des nombres algébriques; soient x_1 et x_2 deux éléments de E, de hauteurs h_1 et h_2, $f_1(x) = 0$, $f_2(x) = 0$, les équations irréductibles vérifiées respectivement par x_1 et x_2. Le résultant R de $f_1(x)$ et de $f_2(x)$ est un nombre entier; sa valeur absolue est au moins égale à 1; d'autre part, R est le produit de $(x_1 - x_2)^2$ par des facteurs dont on peut aisément obtenir une limite supérieure en fonction de h_1 et h_2, car les degrés et les coefficients des polynomes $f_1(x)$ et $f_2(x)$ sont limités supérieurement en fonction de h_1 et h_2. On obtient ainsi, pour chaque définition de la hauteur, une expression de la fonction $\varphi(h_1, h_2)$.

» On arrive aussi à un résultat explicite pour l'ensemble E' des nombres algébriques obtenus en adjoignant le nombre e au domaine naturel de rationalité; l'ensemble E' comprend l'ensemble E; il suffit d'employer la méthode que j'ai indiquée dans ma Note du 6 mars 1899.

» Les ensembles E et E' constituent des *corps* algébriques, c'est-à-dire contiennent tous les nombres qui peuvent être algébriquement définis au moyen de leurs éléments; au point de vue des applications, les résultats relatifs à des nombres formant ainsi un corps présentent un intérêt particulier, comme on s'en rend facilement compte.

» 3. Dans les travaux antérieurs sur l'approximation des incommensurables, on supposait que le nombre x_1 appartenait à un ensemble E_1, le nombre x_2 à l'ensemble E_2 des nombres rationnels, et l'on cherchait une limitation asymptotique de $\varphi(h_1, h_2)$ lorsque, h_1 étant fixe, h_2 croissait indéfiniment; tels sont les résultats de Liouville, de M. Maillet, de M. Störmer; dans ma Note précitée, j'ai étudié le cas d'un ensemble E formé des nombres algébriques, mais j'ai supposé aussi x_1 fixe et cherché seulement une limitation asymptotique de $\varphi(h_1, h_2)$; pour les applications, il y a un grand intérêt à se placer au nouveau point de vue que je viens d'indiquer, car une inégalité asymptotique est souvent peu utile lorsque l'on ne sait pas à partir de quelle valeur de la variable elle est vérifiée.

» Indépendamment des applications qui peuvent être suggérées par les travaux que je cite à la fin de cette Note, la détermination effective de la fonction $\varphi(h_1, h_2)$, dans des cas de plus en plus étendus, me paraît avoir un certain intérêt au point de vue des principes. Si l'on construit l'analyse

en partant de *l'unité*, la définition d'un nombre quelconque exige un certain nombre d'opérations élémentaires, de nature algébrique ou transcendante (une opération transcendante étant, par exemple, celle qui, de a, permet de déduire $\log a$, $\sin a$, pa); si l'on considère un ensemble E_1 de nombres obtenus au moyen de certaines opérations, la hauteur h d'un nombre x, telle que nous l'avons définie, est en relation simple avec le nombre d'opérations élémentaires au moyen desquelles on peut définir x; la formule (1) exprime, en quelque sorte, une relation entre ce nombre d'opérations et la densité des nombres x qu'elles permettent de définir.

» Signalons, en terminant, qu'il pourrait y avoir parfois intérêt à désigner la *hauteur* par un nombre complexe à plusieurs unités principales; considérons, par exemple, l'ensemble des nombres que l'on déduit de l'unité au moyen : 1° d'opérations algébriques élémentaires; 2° de l'opération *log*. On pourra désigner par h le nombre d'opérations algébriques et par k le nombre d'opérations log; la hauteur sera $h + k\omega$ et dans la formule (1) on remplacera $\varphi(h_1, h_2)$ par $\varphi(h_1, h_2, k_1, k_2)$. On pourra ainsi obtenir des formules plus précises. Dans les cas où l'on préfère la simplicité à la précision, il sera toujours possible de désigner par H la hauteur de tous les nombres de hauteur $h + k\omega$ et tels que $h + k$ soit égal à H (¹). »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur les glissements dans les fluides.* Note de **M. Hadamard**, présentée par M. Appell.

« Pour expliquer la résistance opposée par les fluides aux solides qui s'y meuvent, on a, comme on sait, été conduit à admettre l'existence de surfaces de discontinuité, suivant lesquelles le fluide se partagerait en deux régions glissant l'une sur l'autre à la façon de deux corps différents.

» J'ai constaté récemment que de telles discontinuités ne pouvaient se former, même dans un fluide (compressible ou non) parfaitement dé-

---

(¹) Renseignements bibliographiques relatifs à cette Note : Émile Borel, *Leçons sur la théorie des fonctions*, Chap. II, 1897; *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 933; t. CXXVIII, p. 490 et 596; *Acta mathematica : Sur les périodes*, etc., t. 27, p. 213; *Notice sur ses travaux scientifiques*, XXIX; *Leçons sur les fonctions méromorphes*, 1903, p. 101. — Edmond Maillet, *Comptes rendus*, 1901 et 1902; *Bulletin de la Société Mathématique*, 1902. — Carl Störmer, *Bulletin de la Société Mathématique*, 1900, et *Acta mathematica : Quelques propriétés*, etc., t. 27, où l'on trouvera quelques autres renseignements.

pourvu de frottement. Elles pourraient persister, une fois nées, mais il est impossible qu'elles naissent à aucun instant, si du moins l'on suppose :

» 1° Que la discontinuité a bien lieu exclusivement suivant une surface déterminée S, et qu'il ne se produit, par conséquent, pas de mélange entre les molécules des deux régions voisines : en un mot, qu'on a le droit de négliger les phénomènes de tourbillonnement local considérés par M. Boussinesq (cette hypothèse, quoique certainement inexacte, est, comme on sait, considérée comme suffisante en Hydrodynamique rationnelle : elle est, en tout cas, toujours admise dans les travaux où l'on fait intervenir les glissements qui nous occupent) ;

» 2° Qu'il ne se creuse pas de cavités entre les deux couches voisines ;

» 3° Que la vitesse ne varie jamais brusquement.

» La démonstration ([1]) repose exclusivement sur ce fait qu'à un instant déterminé quelconque, la pression est une fonction continue des coordonnées. On en déduit immédiatement, à l'aide de la théorie d'Hugoniot, que la variation brusque éprouvée par l'accélération au passage de la surface de discontinuité S est un segment normal à S.

» Il est aisé d'exprimer analytiquement ce fait, et l'on arrive ainsi à la conclusion suivante :

» Soient ξ et η des coordonnées curvilignes prises sur S et définissant, sur cette surface, la position d'une molécule que l'on considère comme appartenant à l'une des deux portions de fluide séparées par S.

» Considérons toutes celles de ces molécules qui seront successivement en contact avec une molécule déterminée de la seconde région. Leurs coordonnées curvilignes ξ, η seront des fonctions de t.

» La condition que le saut d'accélération soit normal donne pour ces fonctions deux équations différentielles ordinaires du second ordre, de la forme

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = A\left(\frac{d\xi}{dt}\right)^2 + 2B\,\frac{d\xi}{dt}\,\frac{d\eta}{dt} + C\left(\frac{d\eta}{dt}\right)^2 + 2D\,\frac{d\xi}{dt} + 2E\,\frac{d\eta}{dt},$$

$$\frac{d^2\eta}{dt^2} = A_1\left(\frac{d\xi}{dt}\right)^2 + 2B_1\,\frac{d\xi}{dt}\,\frac{d\eta}{dt} + C_1\left(\frac{d\eta}{dt}\right)^2 + 2D_1\,\frac{d\xi}{dt} + 2E_1\,\frac{d\eta}{dt}$$

(A, B, C, ... dépendant des coefficients de l'élément linéaire de S et de ses dérivées par rapport à A, B, C, t, ainsi que de la rotation instantanée de S).

([1]) Cette démonstration sera donnée en détail dans des Leçons sur la propagation des ondes, actuellement en cours d'impression.

» Dès lors, si $\frac{d\xi}{dt}$, $\frac{d\eta}{dt}$ sont nuls à un instant déterminé quelconque, ils le resteront indéfiniment, d'après les théorèmes généraux sur les équations différentielles. En un mot, comme nous nous proposions de le démontrer, il n'y aura aucun glissement.

» Si, dans un phénomène quelconque, il en était autrement, c'est que l'une ou l'autre des hypothèses précédemment énumérées cesserait d'être vraie.

» Il est à noter que cette conclusion subsiste lors même que les deux fluides séparés par S seraient de nature différente. Elle a encore lieu au contact d'un liquide et d'un gaz.

» Je suis également arrivé à une proposition, d'ailleurs indépendante de la première, et qu'il me paraît utile de mentionner, relative aux ondes qui se propagent dans les gaz.

» Il y avait lieu de se demander si les changements d'accélération que produisent ces ondes ne seraient pas capables de mettre en défaut les théorèmes classiques sur la conservation des tourbillons.

» La réponse est négative en ce qui concerne les ondes d'accélération (ondes du second ordre).

» Mais il en est autrement pour les ondes de choc, telles que les considère Hugoniot dans son Mémoire du *Journal de l'École Polytechnique*.

» *Ces ondes sont capables de créer des tourbillons là où il n'en existait pas avant leur passage :* il suffit que l'intensité de la discontinuité ne soit pas uniforme sur tout le front d'onde. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Influence réciproque de deux oscillateurs voisins. — Caractère particulier des discontinuités.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Mascart.

» 1. Considérons deux corps oscillants, dont les mouvements sont définis par les équations

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2h\frac{dx}{dt} + (a^2 + h^2)x = X,$$
$$\frac{d^2y}{dt^2} + 2k\frac{dy}{dt} + (b^2 + k^2)y = Y,$$

sous l'influence des forces extérieures X, Y.

» Si ces deux corps sont plongés dans un même milieu, propageant avec une vitesse déterminée Ω les actions subies, il faut compter dans X, Y les forces transmises par le milieu, avec un retard qui dépend de la distance.

» Si les deux corps sont du même type, cette force transmise a le caractère d'une *action mutuelle retardée*, et prend la forme

$$\mathrm{AM}\left(y+\tau\frac{dy}{dt}+m\tau^2\frac{d^2y}{dt^2}\right)_{t-\tau} \quad \text{dans X},$$
$$\mathrm{BM}\left(x+\tau\frac{dx}{dt}+m\tau^2\frac{d^2x}{dt^2}\right)_{t-\tau} \quad \text{dans Y},$$

A, B sont les inverses des masses du corps x et du corps y.

» M, m sont des coefficients dépendant de la distance et de l'orientation des oscillateurs, dont la forme particulière diffère d'un type d'oscillateur à un autre. Pour deux petits oscillateurs de Hertz, dans le vide, on a [1]

$$\mathrm{M}=\frac{3\cos\theta\cos\theta'-\cos\varepsilon}{r^3},$$
$$m=\frac{\cos\theta\cos\theta'-\cos\varepsilon}{3\cos\theta\cos\theta'-\cos\varepsilon}.$$

» τ est le temps $r:\Omega$ de parcours d'un oscillateur à l'autre.

» 2. Le résultat de cette réaction retardée est le suivant :

» Si l'oscillateur X, resté en repos jusqu'à l'époque o, est brusquement mis en mouvement, il oscille librement jusqu'à l'époque 2τ. A l'époque τ, l'oscillateur Y, atteint par la réaction de X, entre en mouvement, et, à l'époque 2τ, sa réaction atteint X, etc. — De l'époque $2n\tau$ à l'époque $(2n+2)\tau$, X oscille, sous l'influence de l'action émise par Y, de $(2n-1)\tau$ à $(2n+1)\tau$, laquelle provenait de l'émission de X entre $(2n-2)\tau$ et $2n\tau$. X est la somme de quatre termes :

$$\mathrm{P}_n\varepsilon^{-ht}\cos at+\mathrm{P}'_n\varepsilon^{-ht}\sin at+q_n\varepsilon^{-kt}\cos bt+q'_n\varepsilon^{-kt}\sin bt,$$

et *dans cet intervalle* $2n\tau$, $(2n+2)\tau$, P_n *et* P'_n, *sont des polynomes de degré* n *en* t; q_n, q'_n *sont de degré* $n-1$.

» Ce caractère n'est nullement limité aux oscillateurs électriques.

» 3. L'*impulsion initiale*, qui a mis l'oscillateur X en mouvement, se transmet aussi, et se reproduit à chaque intervalle 2τ, mais *en changeant*

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXVII, p. 20.

progressivement de caractère. Soient x_0 le déplacement initial et x'_0 la vitesse initiale du premier oscillateur produits pendant le temps très court $0-\theta$. Intégrant l'équation du second excitateur de τ à $t<\tau+\theta$, on trouve, x et y restant finis :

$$(1) \qquad y'_{t+\tau}+2ky_\tau = \mathrm{BM}[\tau x_t + m\tau^2 x'_t].$$

» Intégrant une seconde fois de τ à $\tau+\theta$ il vient

$$(2) \qquad y_{\theta+\tau} = \mathrm{BM}\, m\tau^2 x_\theta.$$

» L'intervalle θ étant très court, indiquons par δ une variation brusque; les équations (1) et (2) donnent

$$\delta y_\tau = \mathrm{BM}\, m\tau^2\, \delta x_0,$$
$$\delta y'_\tau = \mathrm{BM}\, m\tau^2\, \delta x'_0 + \mathrm{BM}\,\tau(1-2km\tau)\,\delta x_0.$$

» Par suite de la propagation et de l'amortissement, l'impulsion transmise a un caractère qui n'est pas connu dans la Mécanique classique.

» *Un déplacement brusque* δx_0 *du premier oscillateur produit*, non seulement un déplacement brusque du second, mais aussi *une variation brusque de vitesse*

$$\mathrm{BM}\,\tau(1-2km\tau)\,\delta x_0.$$

» On voit facilement (¹) que cette variation brusque de vitesse, due au déplacement brusque du premier oscillateur, s'éteint moins vite que les autres par les répercussions, et finit par être seule importante après un nombre suffisant d'intervalles τ.

» Les répercussions atténuent les discontinuités et transforment le déplacement brusque en variation brusque de vitesse. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvelles recherches sur la dilatation des aciers au nickel*. Note de M. **Ch.-Ed. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Dans une précédente Communication (²) j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie les résultats d'une série de recherches ayant amené,

[1] L'étude détaillée paraîtra prochainement aux *Annales de Chimie et de Physique*.

[2] *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 176; 25 janvier 1897.

par l'étude d'une anomalie négative de dilatation des aciers au nickel, à la découverte d'un alliage se dilatant environ dix fois moins que le platine. L'importance que présente cet alliage pour la Métrologie et les Arts de précision, et l'intérêt qui s'attache à la connaissance complète de l'anomalie de dilatation, en vue de l'établissement d'une théorie rationnelle des aciers au nickel, m'ont engagé à poursuivre ces recherches, auxquelles le Comité international des Poids et Mesures a témoigné un bienveillant intérêt (1).

» Il a été reconnu d'abord que la dilatation des alliages de fer et de nickel dépend des corps étrangers, tels que le manganèse, le carbone ou le silicium, dont ils contiennent toujours une petite quantité, nécessaire à leur traitement métallurgique. Cette action est surtout sensible dans la région de très faibles dilatations, c'est-à-dire entre 35 et 36 pour 100 de nickel.

» L'obtention d'alliages très peu dilatables est donc subordonnée à la possibilité de réduire au minimum les éléments auxiliaires; mais, en dessous d'une certaine proportion, on n'obtient plus que des alliages non forgeables.

» Toutes les circonstances de la coulée et du traitement ultérieur de l'alliage peuvent aussi influer sur le résultat final, et ce n'est qu'en les étudiant minutieusement qu'on est parvenu à abaisser les dilatations sensiblement au-dessous des valeurs précédemment indiquées. En accumulant les circonstances favorables, on a pu réaliser des alliages à dilatation négative, et atteindre, dans ce sens, le quinzième de la dilatation du platine. D'autre part, en dosant soigneusement les conditions d'abaissement de la dilatation, on a réussi à obtenir un alliage à variation thermique si faible qu'elle est à peine mesurable avec certitude. La formule trouvée pour la dilatation de cet alliage est

$$\alpha = (+0,028 - 0,002320\theta)\,10^{-6}.$$

» Un fil fait avec cet acier, et ayant 1^{km} de longueur, se contracterait, en passant de 0° à 20°, d'une quantité inférieure à $0^{\text{mm}},4$ (2).

---

(1) Comme pour mes premières expériences, les alliages nécessaires à ces nouvelles recherches ont été mis gracieusement à ma disposition par la Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville.

(2) Cet alliage a pu être obtenu, en particulier, sous la forme de fils de $1^{\text{mm}},7$ de diamètre, tels qu'ils sont employés dans la mesure rapide des bases par le procédé Jäderin modifié. Dans l'emploi de ces fils, la détermination des températures, qui a constitué depuis un siècle l'une des plus grosses difficultés qu'aient eu à vaincre les géodésiens dans la mesure des bases, *devient tout à fait superflue*. J'ajouterai que des fils de cet alliage ou d'alliages similaires ont été adoptés par le Service géographique de l'Armée française et par le Service hydrographique de la Marine, pour plusieurs

» Les mesures ont porté aussi sur des alliages de teneurs en nickel dépassant les limites imposées, faute de matériaux à mon premier travail, arrêté à une teneur de 44 pour 100.

» Des déterminations plus récentes, faites entre 0° et 38° ont permis d'établir le Tableau complémentaire suivant :

Nickel pour 100.	Formule de dilatation dans l'échelle normale.	Dilatation vraie à 20°.
48,7	$(9,901 - 0,00067\,\theta)\,10^{-6}$	$9,874.10^{-6}$
50,7	$(9,824 + 0,00243\,\theta)\,10^{-6}$	$9,921.10^{-6}$
53,2	$(10,045 + 0,00031\,\theta)\,10^{-6}$	$10,057.10^{-6}$
70,3	$(11,890 + 0,00387\,\theta)\,10^{-6}$	$12,045.10^{-6}$

» La difficulté de la détermination du terme quadratique par des expériences faites sur un intervalle de température restreint fait apparaître, dans la série de ces termes pour des teneurs ascendantes, des irrégularités qui ne sont pas réelles, et qui, bien que notables, ne masquent pas l'augmentation progressive de ce coefficient avec la teneur en nickel, mise déjà en évidence par des expériences antérieures.

» Les coefficients vrais à 20°, qui ressortent des expériences avec une certitude beaucoup plus grande, montrent une marche très régulière. Ces nouveaux coefficients permettent de compléter avec certitude la courbe des dilatations des alliages réversibles, en fonction de la teneur, jusqu'au nickel pur; ils montrent que l'anomalie précédemment constatée est unique et disparaît complètement à la température ordinaire, pour une teneur en nickel comprise entre 50 et 70 pour 100.

» Une théorie que je me propose d'exposer prochainement indique que, dans ces alliages, elle doit reparaître à une température plus élevée, mais sous une forme atténuée en raison de la moindre teneur en fer.

» La certitude avec laquelle on peut appliquer à un instrument de mesure le coefficient de dilatation trouvé sur un échantillon du même alliage dépend de l'homogénéité de la coulée. Ce problème se présentant

---

des expéditions géodésiques de ces derniers temps. Ces fils ont été employés aussi dans la récente expédition suédo-russe du Spitzberg, par le Service géographique de l'Armée roumaine, par le Service géodésique de la Colonie du Cap, et ont donné partout, au moins d'après les rapports déjà publiés, des résultats très satisfaisants. (Voir, à ce sujet, le dernier Rapport de M. Backlund sur les travaux de l'Observatoire de Poulkovo, et la récente étude de M. Hansky, publiée dans la *Revue générale des Sciences* du 31 décembre dernier.)

fréquemment en Métrologie, il était intéressant de se rendre compte de l'égalité de dilatation de diverses barres prises au même bloc. L'expérience en a été faite à plusieurs reprises, et, bien que d'une coulée à l'autre les dilatations diffèrent sensiblement sans qu'on puisse en fixer les raisons, il a été constaté que, pour plusieurs barres de la même coulée, *ayant subi le même traitement*, l'égalité des dilatations est telle que les différences trouvées (sur des alliages préparés à Imphy) sortent à peine des limites des erreurs d'observation.

» Cette constatation est surtout importante pour l'application, aujourd'hui fréquente, qui est faite des aciers-nickels peu dilatables à la construction des pendules compensés.

» Une détermination faite sur une seule tige permettra de réaliser une compensation uniforme, dans les limites des erreurs de marche des bons régulateurs, pour toutes les tiges prises dans une même coulée, et traitées d'une façon uniforme. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthérification de la mannite par l'acide phosphorique*. Note de M. **P. Carré**, présentée par M. H. Moissan.

« M. Berthelot ([1]) a mentionné l'existence d'un éther phosphorique de la mannite. Plus récemment, MM. Portes et Prunier ([2]) ont étudié avec détail l'éthérification de la mannite par l'acide phosphorique. Ils ont conclu à la formation d'un éther répondant à la formule $PO(OH)^2OC^6H^{13}O^5$ et ont observé une diminution assez grande de l'acidité du mélange, ce qui, d'après eux, indiquerait, en outre, la formation d'un éther neutre non salifiable. Il est à noter que le sel de baryum préparé avec le premier de ces éthers leur a tout d'abord donné à l'analyse des chiffres trop forts en Ba.

» Ayant répété l'opération de MM. Portes et Prunier, j'ai observé les deux faits suivants non signalés par eux, ce qui m'a engagé à examiner de plus près les produits de la réaction :

» 1° Il y a départ d'eau avant que l'éthérification ne soit commencée, ce qui semble indiquer une déshydratation de la mannite elle-même sous l'influence de l'acide phosphorique;

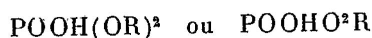
» 2° La vitesse d'éthérification du mélange équimoléculaire est beaucoup plus faible que celle caractéristique des alcools primaires.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XLVII, p. 338.
([2]) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 6e série, t. XV, p. 457.

» Voici les résultats fournis par l'une des opérations effectuées suivant les indications données par MM. Portes et Prunier :

» 50^g de mannite dissous dans 50^g d'eau sont chauffés à 125° avec 44^g d'acide phosphorique à 62 pour 100 de PO^4H^3. Après 20 heures, la perte d'eau est de $61^g,5$ alors que le mélange ne renferme pas encore d'acide phosphorique éthérifié, la quantité d'eau introduite étant seulement de $57^g,5$. Continuant à chauffer, l'éthérification se fait très lentement.

» On retrouve d'abord la totalité de l'acide phosphorique par titrage à l'hélianthine et à la phtaléine, et une partie seulement à la phtaléine en présence de chlorure de calcium, ce qui indique la formation d'un éther de la forme $PO(OH)^2OR$ monoacide à l'hélianthine et diacide à la phtaléine. Après 70 heures de chauffage, on retrouve encore tout l'acide phosphorique par virage à l'hélianthine, mais une partie seulement en virant à la phtaléine; d'où l'on peut déduire la formation d'un diéther,



$$POOH(OR)^2 \quad \text{ou} \quad POOHO^2R$$

monoacide à l'hélianthine et à la phtaléine. Enfin, quel que soit le temps de chauffage, lequel a été prolongé 250 heures, on retrouve toujours la totalité de l'acide phosphorique par virage à l'hélianthine. A l'air libre, la limite d'éthérification atteinte après ce temps était 43,3 pour 100 pour le composé $PO(OH)^2OR$ et 6,6 pour 100 pour $PO(OH)(OR)^2$.

» Si l'on opère dans le vide, ces limites se trouvent reculées et atteintes beaucoup plus rapidement. Après 45 heures, le mélange chauffé à 125° et sous une pression de 20^{mm} renfermait 57 pour 100 de monoéther et 17 pour 100 de diéther.

» Arrêtant l'éthérification avant la combinaison du deuxième OH de l'acide phosphorique, j'ai traité le mélange pour isoler le sel de Ba correspondant au nouvel éther formé.

» Afin de me placer exactement dans les conditions indiquées par MM. Portes et Prunier, j'ai d'abord préparé le sel de plomb. Ce sel de Pb mis en suspension dans l'eau a été décomposé par l'hydrogène sulfuré; l'hydrogène sulfuré resté dissous a été chassé dans le vide; l'acide obtenu saturé par la baryte, et le sel formé précipité par l'alcool et séché à froid dans le vide sulfurique.

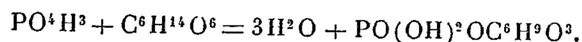
» On peut cependant se dispenser de passer par le sel de Pb, opération n'ayant pour but que d'éviter la précipitation par l'alcool de la mannite non combinée.

» Le mélange éthérifié est en effet entièrement soluble dans l'alcool, tandis qu'un mélange équimoléculaire d'acide phosphorique et de mannite laisse précipiter celle-ci. J'ai alors saturé directement le mélange éthérifié par le CO^3Ba et la baryte jusqu'à neutralité à la phtaléine. L'excès d'acide phosphorique est ainsi éliminé. Le sel resté dissous est précipité par l'alcool, purifié par plusieurs précipitations de sa solution aqueuse, et séché à froid dans le vide.

» Le composé ainsi obtenu m'a donné à l'analyse les mêmes résultats que celui fourni par le mode opératoire de MM. Portes et Prunier. Il correspond à la composition $PO.O^2BaOC^6H^9O^3 + H^2O$ ainsi que le prouve l'analyse.

» Il perd 1^{mol} d'eau vers 140°-150°, laquelle ne peut provenir de la déshydratation du reste mannitique à cette température, car la mannite ne commence à se déshy-

drater qu'à 200° et lentement sous l'influence de la chaleur. Il en résulte que l'acide phosphorique agit d'abord comme déshydratant et ensuite comme éthérifiant pour donner un éther phosphorique de la mannite $C^6H^{10}O^4$, conformément à l'équation



$$PO^4H^3 + C^6H^{14}O^6 = 3H^2O + PO(OH)^2OC^6H^9O^3.$$

» La solution aqueuse du sel de Ba, traitée par la quantité théorique d'acide sulfurique, m'a donné une solution de l'acide correspondant, qui, par évaporation, même à froid dans le vide, se trouve partiellement décomposé.

» La déshydratation de la mannite nous explique les chiffres trop forts obtenus par MM. Portes et Prunier dans le dosage du Ba.

» Malgré de nombreux essais, je n'ai pu réussir encore à isoler à l'état de pureté le sel du diéther formé lorsqu'on prolonge l'action de la chaleur.

» Dans aucun cas je n'ai constaté la formation d'un éther non salifiable, car dans les nombreuses éthérifications effectuées j'ai retrouvé la totalité de l'acide mis en réaction. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la signification des expériences faites en ballon sur les échanges respiratoires.* Note de M. **J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

« Dans un travail récent, Schrœtter et Zuntz (¹) ont exposé les expériences qu'ils ont faites au cours de deux ascensions en ballon. Citant nos expériences antérieures (²) ils nous attribuent, à Hallion et à moi, un procédé défectueux que nous n'avons jamais employé. Ils ont mal traduit notre Note. Je m'abstiendrai de parler de leurs autres objections, parce qu'elles sont la conséquence naturelle de cette erreur.

» Au fond, on peut constater que leurs résultats sont sensiblement identiques aux nôtres, tout au moins en ce qui concerne l'intensité absolue des échanges respiratoires, leur intensité relative et les variations du quotient respiratoire. Je dirai, de plus, qu'ils n'auraient probablement pas conclu autrement que nous, comme ils l'ont fait parfois, s'ils avaient comparé leurs résultats à des déterminations faites sur le sol, le jour même de

(¹) Schrœtter et Zuntz, *Ergebnisse zweier Ballonfahrten zu physiologischen Zwecken* (*Arch. f. d. ges. Phys.*, 1902, Bd. 92).

(²) Hallion et J. Tissot, *Comptes rendus* et *Bulletin de la Société de Biologie*, novembre 1901.

l'ascension. Ils ont préféré faire cette comparaison avec une moyenne établie, pour Zuntz sur cinq déterminations à une année d'intervalle et pour Schrœtter sur huit déterminations, faites de l'année 1889 à l'année 1902.

» En résumé, il n'y a aucune raison de douter de l'exactitude absolue de mes expériences antérieures et je présente sans hésitation, comme conclusions à celles de ces expériences qui sont exposées dans ma Note du 5 janvier 1903, les propositions suivantes :

» 1. *Échanges respiratoires à l'état de repos, assis.* — 1° Le débit respiratoire apparent ne subit que des variations peu importantes comprises dans la limite des variations qu'on peut observer dans les conditions normales. Ces variations ne permettent de conclure ni à une augmentation ni à une diminution du débit.

» 2° Le débit respiratoire réel (volume de l'air expiré à 0° et 760^{mm}) varie à peu près comme la diminution de la pression barométrique jusqu'à la hauteur de 4300^{m}.

» 3° L'intensité absolue des échanges respiratoires ne varie pas. Elle ne subit que les légères variations que l'on rencontre dans les conditions normales.

» L'intensité absolue des échanges respiratoires se maintient fixe grâce à une augmentation dans les altérations de l'air expiré. Cette augmentation est à peu près inversement proportionnelle à la diminution du débit respiratoire réel.

» 4° L'intensité relative des échanges respiratoires déterminée par $CO^2 + O^2$, ne varie pas jusqu'à la hauteur de 4300^{m}.

» 5° Les variations du quotient respiratoire ne peuvent fournir aucun renseignement, ces variations s'étant produites en sens inverse sur les deux sujets. Elles ne permettent de conclure ni dans un sens ni dans l'autre. On ne conçoit pas très bien en effet que l'action de la diminution de pression, s'il y en a une, se manifeste par deux phénomènes exactement inverses sur deux sujets placés dans des conditions identiques. Toutefois, il est bon de faire des réserves et de dire qu'une telle question ne peut être tranchée que sur un nombre considérable d'expériences.

» 2. *Échanges respiratoires à l'état de travail.* — 1° Le débit respiratoire apparent pendant le travail musculaire ne paraît pas subir de variation bien considérable, à travail égal, qu'il soit effectué sur le sol ou à 4300^{m} d'altitude. Il paraît cependant avoir un peu augmenté à l'altitude de 4300^{m}.

» 2° Le travail musculaire nécessite sensiblement la même dépense, qu'il soit effectué à l'altitude de 4300m ou sur le sol.

» 3° L'intensité relative des échanges respiratoires pendant le travail musculaire, déterminée par $CO^2 + O^2$, subit le même accroissement à 4300m qu'au niveau du sol.

» 4° Les variations du quotient respiratoire pendant le travail se produisent dans le même sens à 4300m que sur le sol.

» Il convient de rappeler que le travail musculaire a été effectué dans les conditions suivantes : étant assis, la main droite tenant une poignée à laquelle était adapté un ressort très dur fixé d'autre part au sol ou au fond de la nacelle, le sujet allongeait ce ressort 40 fois par minute, faisant coïncider chaque contraction avec l'oscillation d'un métronome. Les contractions avaient dans tous les cas la même amplitude. Le même travail a été effectué sur le sol et à l'altitude de 4300m.

» L'excès de dépense dû au travail a été calculé en prenant comme point de comparaison la détermination du coefficient au repos faite immédiatement avant ou après le travail. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Contribution à la morphologie des ligaments accessoires de l'articulation temporo-maxillaire.* Note de M. **J. Chaine**, présentée par M. Alfred Giard.

« L'articulation temporo-maxillaire des Mammifères présente, comme moyen d'union de ses surfaces articulaires, un ligament capsulaire généralement renforcé par un ou deux ligaments latéraux. En outre, chez certaines espèces, il existe des formations fibreuses, en nombre variable, qu'il est d'usage de rattacher à l'articulation temporo-maxillaire, bien qu'elles ne prennent qu'une part bien secondaire à la constitution de celle-ci; les anatomistes les désignent sous les noms de *ligaments accessoires*, de *ligaments latéraux* ou de *pseudo-ligaments*. Chez l'homme, ces formations sont au nombre de trois : le *ligament ptérygo-maxillaire*, le *ligament stylo-maxillaire* et le *ligament sphéno-maxillaire*. Chez les autres Mammifères, il n'en existe ordinairement qu'une seule, se présentant sous la forme d'un tendon ou sous celle d'un feuillet aponévrotique. Par ses insertions et sa manière d'être générale, cette dernière formation fibreuse correspond au ligament sphéno-maxillaire de l'homme. Il est aussi à remarquer que, chez

beaucoup d'espèces, les ligaments accessoires de l'articulation temporo-maxillaire font entièrement défaut.

» Quelle est la signification morphologique du ligament sphéno-maxillaire et des ligaments qui lui correspondent chez les autres Mammifères? Telle est la question que je me propose d'étudier sommairement.

» La myologie comparée des Oiseaux, des Reptiles et des Batraciens nous enseigne que, chez ces êtres, la mandibule est abaissée par un muscle qui prend naissance sur l'angle ou sur l'apophyse postérieure de la mâchoire inférieure et qui, de là, va s'insérer sur le crâne, ainsi que, dans quelques espèces, sur les apophyses épineuses des premières vertèbres. Certains anatomistes ont admis l'hypothèse que ce muscle, par transformations successives, arrivait à constituer le ventre postérieur du digastrique des Mammifères. Contrairement à cette opinion, m'appuyant sur de nombreux faits fournis tant par l'anatomie comparée que par l'embryogénie et que j'ai analysés dans des publications antérieures à celle-ci, j'ai été amené à admettre que cette formation musculaire ne fournissait nullement le ventre postérieur du digastrique. D'après l'hypothèse que j'ai formulée à ce sujet, le digastrique tirerait son origine d'une masse embryonnaire primitive par clivage longitudinal; la partie interne de cette masse fournirait le génio-hyoïdien et peut-être aussi d'autres muscles; la partie externe se transformerait de façon à donner le digastrique lui-même.

» Si mon hypothèse était vraie, il serait étrange que le muscle abaisseur de la mandibule des Vertébrés inférieurs disparaisse complètement chez les Mammifères sans laisser, chez aucune espèce, quelque trace de son existence primitive. Une longue série d'observations m'ont permis de retrouver, chez quelques Mammifères, des vestiges de ce muscle et ont ainsi confirmé ma manière de voir. Chez quelques sujets, j'ai pu considérer un mince faisceau musculaire (*muscle mandibulo-auriculaire*) comme un reliquat du muscle abaisseur de la mâchoire des Vertébrés inférieurs [1], tandis que chez d'autres, où le mandibulo-auriculaire fait défaut, le muscle est représenté par un ligament spécial, le ligament sphéno-maxillaire de l'homme ou ses similaires, chez les autres Vertébrés. Le muscle abaisseur de la mandibule et ces ligaments ont, en effet, les mêmes rapports, la même manière d'être générale, les mêmes insertions; de plus la myologie comparée des Oiseaux nous montre fort bien la transformation progressive d'une partie de ce muscle en une formation tendineuse qui va de l'angle postérieur de la mandibule au crâne (sphénoïde ou occipital).

» Il est donc probable que, chez les Mammifères, par suite du développement considérable qu'a pris le muscle digastrique, l'abaisseur de la mandibule des Vertébrés inférieurs, dont la fonction est semblable à celle du digastrique, a progressivement diminué d'importance au point de n'être plus représenté, chez quelques espèces, que par un grêle faisceau musculaire, tandis que, chez d'autres, il se transformerait, par une évolution

(1) *Réunion biologique de Bordeaux*, Société de Biologie, 1903.

parallèle à celle qui existe chez les Oiseaux, en une formation tendineuse (ligament sphéno-maxillaire et ses homologues). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la présence des formations ergastoplasmiques dans l'épithelium folliculaire des Oiseaux.* Note de Mlle **Marie Loyez**, présentée par M. Alfred Giard.

« Au cours des recherches que je poursuis actuellement sur la formation des œufs méroblastiques amictolécithes, j'ai observé une particularité intéressante à signaler dans l'épithélium folliculaire des Oiseaux.

» Chez un certain nombre d'espèces, telles que le Verdier, le Bruant, le Pinson, la Mésange bleue, toutes les cellules de l'épithélium folliculaire des jeunes ovules présentent, en dehors du noyau, une masse volumineuse, à peu près sphérique, très fortement colorable par l'hématoxyline au fer. Examiné avec un assez fort grossissement, ce corps paraît formé de filaments enchevêtrés réunis en un peloton serré.

» Cette masse colorable semble devoir être rapprochée des différenciations protoplasmiques étudiées depuis quelques années par un certain nombre d'auteurs et désignées sous le nom d'*ergastoplasma* par Garnier, de *mitochondria* par Benda, de *pseudochromosomes* par M. Heidenhain. Ces éléments ont été observés dans des cellules très diverses : dans les cellules testiculaires, par Henneguy, Benda, Prenant; dans les cellules musculaires, par Benda; les cellules ganglionnaires, par Furst; les cellules glandulaires, par Solger, Garnier, qui les ont étudiées dans les glandes salivaires, les cellules pancréatiques, Théohari et Cade dans les glandes gastriques, Limon dans les glandes mammaires, etc. On a décrit également des formations analogues dans les ovules : M. et P. Bouin dans l'oocyte d'*Asterina gibbosa*, Winniwarter, Van der Stricht, dans celui des Mammifères; enfin, récemment, d'Hollander les a signalées dans les jeunes ovules de quelques Oiseaux ([1]).

» Les masses ergastoplasmiques de l'épithélium folliculaire des Oiseaux sont remarquables par l'intensité de leur coloration sous l'action de l'hématoxyline au fer; elles peuvent aussi se colorer, mais plus difficilement, par la safranine ou le rouge

---

([1]) Negri a vu dans les cellules de l'épithélium folliculaire du Chien un réseau qu'il compare à l'appareil réticulaire de Golgi et qui est peut-être de même nature que les filaments ergastoplasmiques.

Magenta. La fixation paraît, d'ailleurs, avoir une influence sur l'intensité de la coloration ; les filaments sont bien mis en évidence par une fixation prolongée dans le liquide de Flemming suivie de la coloration par l'hématoxyline au fer et l'éosine. Ce sont les ovaires qui ont séjourné dans la liqueur de Flemming pendant plusieurs semaines qui m'ont fourni les meilleures préparations.

» L'apparition de ces filaments a lieu de bonne heure. On sait que l'épithélium folliculaire des Oiseaux est constitué par une ou plusieurs rangées de cellules toutes semblables. Disposées d'abord en une couche unique et aplaties tangentiellement, ces cellules deviennent cubiques, puis s'allongent perpendiculairement à la surface de l'œuf. Chez un grand nombre d'Oiseaux, il se forme une seconde rangée de cellules épithéliales; plus tard enfin, on ne voit plus qu'une seule couche de cellules qui s'aplatissent de nouveau à la surface de l'œuf.

» Dès que les cellules folliculaires se sont disposées autour de l'ovule, leur protoplasma présente une région plus colorable entourant le noyau, dans laquelle on peut bientôt distinguer des filaments. Ceux-ci se groupent ensuite en une seule masse fortement colorable, ayant d'abord la forme d'une calotte adhérente au noyau, et qui prend peu à peu la forme sphérique.

» Tant que la cellule folliculaire est aplatie, la masse ergastoplasmique est située à côté du noyau; ces corps alternent, par conséquent, avec les noyaux. Mais, à mesure que la cellule prend la forme cubique, elle passe du côté externe tout en restant en contact avec le noyau qui se place au contraire du côté interne. Toutes ces masses forment alors à la périphérie du follicule une rangée parfaitement régulière.

» Lorsque les cellules s'allongent perpendiculairement à la surface de l'œuf, certains noyaux peuvent s'éloigner du corps ergastoplasmique qui reste toujours périphérique, mais s'y rattachent cependant par quelques filaments.

» Pendant ces transformations, le protoplasma cellulaire s'est modifié. Extrêmement raréfié du côté externe, où il est réduit à peine à quelques fibrilles allant de la masse ergastoplasmique à la paroi cellulaire, il est plus dense du côté interne, où il forme un réticulum dont les filaments semblent se continuer avec ceux de la zona radiata et pénétrer ainsi jusqu'au vitellus.

» Dans le cas où il se forme une deuxième rangée de cellules folliculaires, chez le Verdier, le Bruant, par exemple, la couche externe seule présente des masses ergastoplasmiques, l'interne n'en possède pas.

» A ce stade, ces formations semblent perdre de leur colorabilité, tandis que le protoplasma cellulaire devient au contraire plus dense et plus colorable. Peut-être subissent-elles un commencement de régression, mais je n'ai pas observé d'œufs assez développés pour savoir ce que deviennent ces éléments.

» Pendant la division cellulaire, les filaments ergastoplasmiques se disposent en une masse plus lâche d'un côté du fuseau. Si la division se fait dans le sens tangentiel, ils se placent du côté périphérique; ils doivent alors se répartir entre les deux cellules-filles où ils se trouvent naturellement du côté externe du follicule. Mais, lorsque la division a lieu dans le sens rayonnant, la masse colorable se porte vers le pôle externe du fuseau; il est possible alors qu'elle passe tout entière dans la cellule externe; nous avons déjà vu, en effet, que la couche périphérique seule présente des corps ergastoplasmiques.

» L'importance de ces éléments varie avec les espèces. Chez certains Oiseaux, tels que le Verdier (*Coccothraustes chloris*, L.), le Bruant jaune (*Emberiza citrinella*, L.), le Pinson (*Fringilia cœlebs*, L.), la Mésange bleue (*Parus cœruleus*, L.), ils sont tellement colorables qu'ils forment une masse compacte, complètement noire par l'hématoxyline au fer; c'est seulement sur les bords qu'on peut y reconnaître la présence de filaments. Chez d'autres, au contraire, ils sont beaucoup moins apparents, tels sont le Rossignol, le Loriot, le Traquet. Chez le Chardonneret, ils forment une sorte de réseau aux nœuds duquel se voient des granulations. Chez d'autres enfin, tels que la Poule, le Pigeon, la Pie, la Chouette, je n'ai pu reconnaître aucune formation de ce genre. »

MICROBIOLOGIE. — *Observations sur la genèse des cellules géantes.* Note de M. V. BABES, présentée par M. Bouchard.

« En dehors de la division simple, le bourgeonnement occupe une place importante dans la prolifération des tissus; il se rencontre non seulement dans le développement et dans la néoformation des vaisseaux, mais dans ceux de la plupart des tissus. Une grande partie des cellules géantes ne sont que *des modifications de ces bourgeons*.

» Les bourgeons formés à la suite d'une irritation régénératrice ou formative sont souvent arrêtés dans leur développement par des obstacles, surtout par des corps étrangers ou des parties détruites des tissus qui s'opposent à leur croissance, de sorte que les bourgeons, au lieu de former des vaisseaux, des fibres musculaires ou conjonctives des glandes, etc. de nouvelle formation, ne produisent que des gonflements protoplasmiques et une multiplication des noyaux accumulés à l'extrémité du bourgeon prenant la forme des cellules géantes.

» Ainsi, *dans le placenta*, on rencontre plusieurs espèces de cellules géantes provenant des bourgeons qui ont leur origine dans les tissus maternels et fœtaux; c'est le tissu étranger du fœtus, d'une part; de la mère, de l'autre, qui s'oppose à une végétation illimitée des villosités et des bourgeons. En conséquence ces végétations donnent lieu aux masses protoplasmiques et nucléaires qui se présentent sous forme de cellules géantes provenant du syncytium de même que des bourgeons et des vaisseaux des villosités.

» La formation des cellules géantes est donc ordinairement due à une irritation quelconque, plutôt chronique, produisant une modification profonde du tissu et, dans les parties les moins exposées à son action, un bourgeonnement régénérateur qui, en se heurtant à la masse étrangère, morte ou dégénérée, produit des cellules géantes.

» Cette explication ne s'oppose pas à la conception de Weigert et Roux, d'après laquelle la prolifération serait toujours la conséquence de la disparition d'une résistance.

» Dans ce cas, il faut supposer que le changement des bourgeons en cellules

géantes se produit lorsque le tissu normal qui s'oppose à la croissance des tissus voisins est remplacé par un corps étranger ou par un tissu dégénéré ou mort.

» Il n'est pas douteux que la cellule géante reconnaît une origine différente; elle se développe ordinairement partant d'une karyokinèse monstre et multipolaire, qui se divise en une quantité du noyaux sans que le protoplasme se divise en même temps.

» Ces grandes figures karyokinétiques se développent, ou bien dans des cellules, surtout dans celles des revêtements épithéliaux, ou plus fréquemment dans des bourgeons vasculaires d'origine endothéliale ou périthéliale ou dans les bourgeons du tissu conjonctif.

» L'explication donnée par Metschnikoff, d'après laquelle chaque noyau des cellules géantes tuberculeuses provient directement d'un gonflement d'un des filaments rayonnants de la karyokinèse, est inadmissible, étant contraire aux lois mêmes de la karyokinèse.

» Une autre partie des cellules géantes se développe sans l'intervention d'une karyokinèse manifeste, mais on voit souvent de grandes cellules avec des filaments courts chromatiques dans un grand noyau ayant gardé sa forme, entrant en segmentation directe en apparence et déterminant la formation de cellules géantes.

» On peut souvent constater, surtout dans des coupes en séries, que *la cellule géante tuberculeuse* possède un sommet et une tige souvent ramifiée qui n'est que le bourgeon vasculaire dont le sommet est transformé en masse protoplasmique. Parfois on réussit même à suivre la tige de la cellule jusque dans un vaisseau sanguin dont elle forme un prolongement protoplasmique, dans d'autres cas la cellule s'est détachée du vaisseau.

» Il faut donc s'imaginer que le bacille de la tuberculose, que j'avais vu d'abord entrer dans les petits vaisseaux et dans des cellules endothéliales des petits vaisseaux (Babes, *Comptes rendus*, 1882), détermine non seulement la karyokinèse (Babes, *Journal d'Anatomie*, 1883) et la prolifération endogène de noyaux observée par Cornil et par Weigert, mais qu'il produit ordinairement un bourgeonnement vasculaire aboutissant à la formation des cellules géantes.

» Dans ces cas, on ne voit plus de vaisseaux transformés, mais seulement la cellule géante formant le centre du tubercule élémentaire classique. Au contraire, il ne faut pas admettre la production des vraies cellules géantes et vivantes par la confluence des cellules déjà différenciées, comme le supposent certains auteurs.

» L'origine vasculaire des cellules géantes est encore plus claire dans une série de *myxo-sarcomes*, de mélano-sarcomes, de sarcomes osseux et vasculaires. J'avais insisté sur l'origine vasculaire d'une grande partie des sarcomes en définissant ces sarcomes comme des néoplasies cellulaires des différentes parties constituantes des vaisseaux, y compris les bourgeons vasculaires (Babes, *Centralbl. f. med. Wissensch.*, 1883).

» Ici, le rôle des bourgeons vasculaires, en formant des nasses et de grandes cellules géantes, est très démonstratif, et l'on peut constater, en même temps que des figures karyokinétiques monstres, une vacuolisation particulière du protoplasme dans lequel se produisent des corpuscules hyalins, basophyles ou acidophyles, parfois colorés en jaune ou en brun, rappelant souvent la formation des globules rouges dans les îlots vasculaires de l'embryon; ces corpuscules coïncident donc avec la plus grande vitalité de ces cellules; ils ne sont nullement des produits de dégénérescence. Plus tard, par la destruction de ces éléments, se précisent souvent des masses pigmentaires particulières à certaines de ces tumeurs.

» Dans d'autres tumeurs ce sont les bourgeons et les proliférations des fibres conjonctives des cellules fibro-plastiques, des fibres musculaires lisses ou striées et même des formations épithéliales qui fournissent les cellules géantes.

» C'est surtout dans le cancer que l'on peut bien étudier l'invasion des bourgeons vasculaires dans les masses épithéliales en dégénérescence et, d'autre part, la formation des cellules géantes épithéliales avec karyokinèse monstre à la limite des parties dégénérées des bouchons épithéliaux. Dans certains cancers fibreux la propagation du processus cancéreux se produit par des bourgeons épithéliaux faisant leur invasion dans le réseau lymphatique voisin.

» *Autour des corps étrangers* on constate également souvent, dans les coupes en séries, que la plupart des cellules géantes ne sont que des bourgeons vasculaires modifiés, à la suite de l'empêchement de leur développement par le corps étranger. Il est surtout intéressant d'étudier de ce point de vue des corps étrangers introduits dans les cavités séreuses; ces corps sont bientôt incapsulés par un tissu de nouvelle formation d'origine endothéliale et vasculaire, formant des cellules géantes.

» Il est certain que les cellules géantes englobent et modifient souvent certaines parties des corps étrangers qui s'opposent à la prolifération des tissus, mais ce fait n'explique pas leur origine. Ainsi la phagocytose ne peut être ni la raison principale ni l'unique but de la formation des cellules géantes; en effet, l'inclusion des corps étrangers ne s'effectue dans ces cellules que dans certains cas particuliers.

» Telle est, d'après nos nombreuses observations, la genèse de ces formations, tandis que nous n'étions jamais en mesure de nous convaincre de l'origine leucocytaire des vraies cellules géantes. »

PHYSIOLOGIE. — *Rapport du poids du foie à la surface totale de l'animal.* Note de M. E. MAUREL, présentée par M. Bouchard.

« Ces expériences ont porté sur les mêmes animaux que ceux étudiés dans la Note précédente : *cobayes*, *lapins*, *chiens*, *hérissons*, *poulets* et *pigeons*. Le poids des animaux et celui du foie restent donc les mêmes. Quant à la

surface des animaux, elle a été calculée d'après leur poids par le procédé suivant :

» La densité de ces animaux a été considérée comme égale à 1, et leur surface assimilée à la *surface totale d'un cylindre dont la hauteur serait le double de son périmètre*.

» Dans cette hypothèse la surface totale se calcule très facilement d'après la formule suivante : $7,35 \times (\sqrt[3]{p})^2$, c'est-à-dire que l'on extrait la racine cubique du poids, que l'on porte le résultat au carré, et que l'on multiplie ce carré par le facteur 7,35 qui est invariable ([1]).

» Je sais combien ce procédé est imparfait, surtout quand il s'agit des oiseaux. Mais étant donné que, dans cette étude, il s'agissait de comparer des animaux de la même espèce, et par conséquent ayant la même forme, il m'a semblé que les résultats ainsi obtenus, s'ils n'étaient pas exacts, étaient au moins suffisamment comparables.

» Dans cette manière de procéder, le décimètre carré devient l'unité de surface, et le poids du foie est évalué d'après le nombre de grammes qui correspond à cette unité.

» Or, en prenant les animaux de même poids que précédemment, et en calculant leur surface, comme je viens de l'indiquer, j'ai trouvé entre le poids du foie et la surface de l'animal les rapports suivants :

Animaux.	Poids des animaux.	Surface totale de l'animal.	Poids total du foie.	Quantité de foie par décimètre carré de la surface.	Poids des animaux.	Surface totale de l'animal.	Poids total de l'animal.	Quantité de foie par décimètre carré de a surface
	Animaux jeunes.				Animaux adultes.			
Cobayes...	350g à 450g	3,97 dm²	16 g	4,03 g	800g à 900g	6,03 dm²	28 g	4,28 g
Lapins....	Au-dessous de 1400g.	8,10	55,33	6,94	Au-dessus de 1400g.	11,70	79,39	6,77
Hérissons..	280g	2,83	17,50	6,18	750g	6,03	39	6,46
Poulets....	Au-dessous de 800g.	6,30	34	3,97	Au-dessus de 1100g.	8,79	35,12	3,98
Pigeons...	Au-dessous de 350g.	3,32	10,73	3,28	Au-dessus de 400g.	3,97	13,11	3,44
	Chiens de petites tailles.				Chiens de grosses tailles.			
	de 4kg à 10kg	26,30	259	9,84	de 40kg à 30kg	78,50	773	9,87
	de 4kg....	18,50	211	11,51	de 40kg....	86	836	9,72

» Comme on le voit, de ce Tableau, ce fait se dégage très nettement, que la quantité de foie par décimètre carré reste constante pour la même espèce animale, quel que soit l'âge du sujet examiné. Pour les cobayes de 350g à 450g, je trouve 4g,03 par décimètre carré et, pour ceux de 800g à 900g, 4g,28; pour les lapins de moins de 1400g, la quantité de foie est de 6g,94 par décimètre carré et, pour ceux de 1800g, 6g,77 ; pour les

([1]) Je dois cette formule à l'obligeance du Dr de Rey-Pailhade; et je l'en remercie.

hérissons de 280^g en moyenne, $6^g,18$ et, pour ceux de 750^g, $6^g,46$. Les poulets de moins de 800^g ont $3^g,97$ et ceux de plus de 1100^g, $3^g,98$. Les pigeons de moins de 350^g ont $3^g,28$ et ceux de plus de 400^g, $3^g,44$.

» Pour ces diverses espèces animales, quel que soit l'âge du sujet, il y a donc un rapport constant entre le volume de leur foie et leur surface cutanée.

» De plus, le chien offre la même constance de rapport pour ces diverses variétés.

» Les chiens pesant 4^{kg} à 10^{kg} ont $9^g,84$ par décimètre carré et ceux de 30^{kg} à 40^{kg}, $9^g,87$. Pour trouver une différence sensible, il faut aller du poids de 4^{kg} à celui de 40^{kg}. Le premier a $11^g,51$ de foie par décimètre carré et le second $9^g,72$.

» Ainsi, qu'il s'agisse des différents âges ou des différentes variétés d'une même espèce animale, il y a un rapport constant entre le volume du foie et l'étendue de la surface cutanée. Or il m'a semblé que cette constance indiquait forcément que ces deux termes, poids du foie et surface cutanée, devaient être réunis par un rapport de cause à effet. Cherchant alors quelle est la cause qui peut régler ainsi ces rapports, je me suis arrêté à l'hypothèse suivante :

» D'après Richet et A. Gautier les deux tiers des calories dépensées par un organisme sont perdues par la radiation cutanée.

» D'autre part, une grande partie du calorique est produite par la combustion du sucre, que celui-ci provienne des hydrates de carbone, des azotés ou des graisses; et nous savons que le foie joue un rôle important dans la transformation en sucre, au moins des deux premiers de ces aliments.

» Or, cela étant, il m'a semblé qu'il est naturel que le foie qui élabore le sucre, c'est-à-dire le combustible le plus employé par l'organisme, se mette en rapport avec la surface cutanée qui le dépense.

» Chez les jeunes, la surface cutanée est, relativement à leur poids, plus étendue; et ainsi s'explique, ce que j'ai constaté dans la première Note, que le foie qui élabore le combustible est proportionnellement plus volumineux chez eux. Mais, au fur et à mesure que le jeune augmente de volume en s'avançant vers l'âge adulte, la proportion de sa surface, relativement à son poids, diminue, et il en est forcément de même de la radiation cutanée. En vertu du principe d'adaptation le foie ne se développe donc qu'en proportion de la surface. Il devient moindre proportionnel-

lement au poids de l'animal, mais il reste constant proportionnellement à sa surface.

» *Conclusions.* — Ces faits conduisent donc aux conclusions suivantes :

» 1° Sauf tout à fait dans les premières périodes de la vie, pour la même espèce animale, mais pour des sujets d'âges différents, le rapport du poids du foie à la surface reste constant.

» 2° La même constance de ce rapport existe également pour les diverses variétés de la même espèce, qui, comme celle du chien, présente des grandes différences de volume.

» 3° Ce rapport varie ou peut varier avec chaque espèce animale; mais, je viens de le dire, il est constant pour chacune d'elles.

» 4° D'autres causes, comme le rôle antiseptique du foie, peuvent faire varier son volume, mais la nature de l'alimentation me paraît être une des plus importantes. »

BIOLOGIE. — *Observations sur le* Monas vulgaris. Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Guignard.

« De nombreuses controverses se sont élevées depuis plusieurs années au sujet du rôle du centrosome dans la division nucléaire et de son influence sur l'appareil locomoteur.

» Les relations des flagellums avec le noyau sont incontestables chez un certain nombre d'espèces; ainsi, nous avons établi que, dans le *Polytoma uvella*, il existait un blépharoplaste, un rhizoplaste et un condyle [1] : ces diverses parties viennent d'être retrouvées par Nicolaus Maier dans un *Chlamydomonas* [2]. Mais, si l'existence de ces différenciations est hors de doute actuellement, la nature du blépharoplaste reste très discutée, beaucoup d'auteurs voulant assimiler cet élément à un centrosome.

» Nous avons essayé d'élucider cette question, et nos recherches se sont portées sur une espèce du genre *Monas*, le *M. vulgaris*, que l'on peut obtenir facilement en grande quantité dans une infusion de foin.

» L'organisation de ce *Monas* est très simple; c'est une sphère de protoplasma

(1) P.-A. Dangeard, *Étude sur la structure de la cellule et ses fonctions* (*Le Botaniste*, 8e série, p. 36).

(2) H. Nicolaus Maier, *Ueber den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien* (*Archiv. f. Protistenkunde*, Bd. II, 1903).

ayant 8^{μ} à 10^{μ} de diamètre; à l'avant se trouvent deux flagellums d'inégale longueur : ils sont insérés sur un petit nodule colorable inclus dans la couche corticale ou ectoplasme : le noyau se trouve à une très faible distance au-dessous du blépharoplaste; il est relié à celui-ci par un cordon chromatique plus ou moins épais qui représente le rhizoplaste.

» Le noyau possède un nucléole central, une membrane nucléaire à double contour et du nucléoplasme homogène dans l'intervalle; il se divise suivant le mode indirect; c'est une téléomitose semblable à celles que nous avons décrites chez les Chlamydomonadinées [1].

» Dans ces conditions, il est facile de se rendre compte de la nature du blépharoplaste; s'il représentait un véritable centrosome, il devrait se diviser, abandonner l'ectoplasme et se porter aux deux pôles du fuseau; or on n'observe rien de semblable.

» Au moment de la division, le fuseau s'oriente perpendiculairement à l'axe cellulaire et les chromosomes, au nombre de huit, se disposent en plaque équatoriale.

» On observe déjà à ce stade deux groupes de flagellums : l'un, l'ancien, n'a pas modifié sa structure; son blépharoplaste continue à faire partie de l'enveloppe et le rhizoplaste se relie à la substance achromatique du fuseau, au voisinage immédiat de la plaque équatoriale; le second groupe de flagellement est également en relation par un mince filet avec la substance achromatique; mais son blépharoplaste n'est pas encore différencié : il se montre un peu plus tard.

» La plaque nucléaire se sépare en deux moitiés qui s'éloignent l'une de l'autre en restant parallèles; il se forme de la sorte un tonnelet qui s'allonge de plus en plus : les deux groupes de flagellums suivent ce mouvement, restant ainsi superposés à chaque masse chromatique; les chromosomes se reforment bientôt en une sphérule nucléaire à l'aide de la substance achromatique du tonnelet; les deux nouveaux noyaux ont conservé avec l'appareil locomoteur les mêmes relations que l'ancien.

» Par suite de la forte croissance qui se produit à la partie antérieure du corps, les deux noyaux s'éloignent de plus en plus l'un de l'autre; ils finissent par se trouver situés exactement aux deux extrémités d'un même diamètre : c'est à ce moment que la séparation se fait; elle a lieu dans un plan perpendiculaire à l'axe cellulaire; la bipartition pourrait être facilement prise pour une division transversale dans laquelle l'extrémité postérieure de la cellule-mère deviendrait la partie antérieure de l'une des cellules-filles; cette erreur a été commise nombre de fois, comme on peut s'en rendre compte en consultant la bibliographie spéciale des Flagellès; il est extrêmement probable, par exemple, que la prétendue division transversale de l'*Ancyromonas sigmoïdes* Kent est, en réalité, une bipartition longitudinale.

» Nous pouvons, de nos recherches sur le *Monas vulgaris*, tirer les conclusions suivantes :

» 1° La bipartition du corps est longitudinale; elle est accompagnée

---

[1] P.-A. Dangeard, *Mémoire sur les Chlamydomonadinées* (*Le Botaniste*, 6e série).

d'une croissance rapide, dans la partie antérieure du corps, qui a pour résultat d'amener en opposition les deux extrémités des cellules-filles;

» 2° Le noyau se divise suivant le mode indirect; c'est une téléomitose semblable à celle des Chlamydomonadinées; nous l'avons retrouvée avec les mêmes caractères chez l'*Antophysa vegetans;*

» 3° Le blépharoplaste et le rhizoplaste sont très apparents dans le *Monas vulgaris;* on ne saurait assimiler le premier de ces organes à un centrosome, puisqu'il reste inclus dans l'ectoplasme pendant la téléomitose. »

BOTANIQUE. — *La loi de Mendel et les caractères constants des hybrides.* Note de M. **Hugo de Vries**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les espèces élémentaires et les variétés proprement dites doivent leur origine à des changements essentiellement différents dans les caractères héréditaires des organismes. Ces changements surviennent, dans les cas observés jusqu'ici, d'une manière brusque, et ce sont ces sauts ou secousses que l'on appelle les *mutations*. Les espèces élémentaires naissent au moyen de mutations dites *progressives;* chaque pas dans l'évolution vient ajouter un seul caractère ou une seule unité spécifique aux caractères ou aux unités déjà présents. Chaque nouvelle espèce élémentaire se distingue donc de la forme dont elle est issue, par un seul point; elle possède une unité spécifique de plus que celle-ci. L'évolution entière du monde vivant repose sur l'acquisition successive d'un nombre toujours croissant de ces unités.

» Les variétés proprement dites prennent naissance d'une tout autre manière. Ici il n'y a pas d'addition de caractères intrinsèques nouveaux, mais un changement dans l'état d'activité des principes existants. Le cas le plus ordinaire comprend les mutations régressives, dans lesquelles un ou plusieurs caractères sont réduits à l'état latent. La variété se distingue alors extérieurement de son espèce par le manque de quelque organe ou de quelque qualité, par exemple la couleur des fleurs ou des fruits, les poils, etc. Les autres cas comprennent les autres transmutations possibles, par exemple la transition de l'état latent à l'état actif, de l'état semi-latent à l'état semi-actif, etc. Ils peuvent être réunis sous le nom de *mutations dégressives*.

» Les espèces systématiques se distinguent ordinairement de leurs alliées

autant par des caractères progressifs, que par des marques régressives ou dégressives. Mais cela n'empêche pas de reconnaître la différence essentielle de ces deux types et de désigner les uns comme caractères spécifiques, dans un sens restreint, et les autres comme caractères de variété.

» Mes recherches sur les croisements de ces trois types de caractères m'ont conduit aux conclusions suivantes :

» Les qualités d'origine régressive et dégressive suivent dans les croisements avec les qualités antagonistes la loi de disjonction des hybrides, que j'ai énoncée dans les *Comptes rendus* du 26 mars 1900 et qui fut longtemps avant établie pour un cas spécial par Mendel. Les expériences consignées dans cette Note avaient rapport à des mutations régressives. Pour les altérations dégressives, je puis y ajouter la tricotylie et la syncotylie, les fleurs striées, le trèfle à cinq feuilles, la polycéphalie des pavots, etc.

» 2. Les qualités d'origine progressive donnent dans les croisements avec les formes, auxquelles elles manquent, des caractères constants dans les hybrides. Ces caractères ne se disjoignent pas; ils restent les mêmes dans les générations successives. J'ai vérifié ce fait par quatre générations d'un hybride entre les *OEnothera muricata* L. et *OE. biennis* L., et j'ai étudié à ce point de vue différents autres hybrides, notamment dans le même genre.

» En appliquant à ces résultats la dénomination proposée ci-dessus, on peut s'exprimer ainsi : *La loi de Mendel s'applique aux caractères dits de variété, tandis que les caractères spécifiques vrais donnent dans leurs croisements des caractères d'hybrides constants.* Les espèces ordinaires suivent en même temps ces deux types, l'un pour ses qualités progressives, l'autre pour ses qualités régressives et dégressives.

» Les résultats des croisements publiés dans les dernières années, par MM. Cuénot, Bateson, Correns, Tschermak et autres, me semblent confirmer cette proposition, et les exceptions apparentes se dissiperont, sans aucun doute, par un examen plus approfondi.

» L'explication du principe énoncé peut être trouvée dans la même hypothèse, celle que Mendel a proposée pour la déduction de sa loi. Mendel a supposé que, au moment de la production des cellules sexuelles, les qualités antagonistes sont simplement échangées et que cet échange suit la loi de la probabilité. Mais, pour un échange, il est évidemment nécessaire que chaque qualité trouve son adversaire. Or c'est naturellement le cas pour les différences de nature régressive et dégressive, les deux parents d'un hybride possédant pour le point en question la même particule repré-

sentative, mais à des états d'activité différents. Au contraire, les différences d'origine progressive entre deux formes choisies pour un croisement impliquent justement que le principe en question est présent dans l'une et manque dans l'autre. Donc il n'y a pas d'antagonisme et un échange est impossible. Cet échange étant la cause première de la disjonction, ce phénomène ne saurait se produire.

» L'échange des particules représentatives et la loi de disjonction s'appliquent, selon toute probabilité, partout où il y a antagonisme de ces particules. En premier lieu, à la fécondation normale, mais aussi aux différences entre les individus causées par la variation fluctuante ou individuelle.

» Les propositions énoncées s'appliquent à l'état normal ou immuable des caractères. Dans les périodes de mutabilité les unités spécifiques se trouvent dans un état d'équilibre instable et suivent, pour cette raison, d'autres lois dans leurs croisements. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la structure comparée du bourrelet dans les plantes greffées*. Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Depuis longtemps déjà, j'ai fait voir combien le bourrelet modifie la nutrition générale des plantes greffées; j'ai attribué à cette action du bourrelet les variations plus ou moins étendues que l'on observe à la suite du greffage et qui ont été signalées sous le titre d'*influence réciproque du sujet et du greffon*. Le caractère de cette influence, c'est d'être très inégale et très inconstante. Je me suis demandé quel rôle le bourrelet jouait dans ce phénomène. J'ai donc recherché si le bourrelet, dans des séries de greffes qui devraient être identiques, a la même structure et doit par conséquent produire les mêmes effets; ou bien si le bourrelet varie au contraire avec les greffes en tant que structure anatomique et donne lieu pour chacune à un *modus vivendi* spécial, avec ses conséquences propres.

» Pour résoudre expérimentalement la question, j'ai étudié le bourrelet de la greffe dans les Haricots greffés sur plantes de la même race et dans les greffes de *Nicotiana glutinosa* sur Tomate. J'ai choisi les greffons et les sujets dans des semis provenant des graines d'un même végétal; il est facile d'y trouver des exemplaires très comparables comme végétation et comme taille. J'ai fait une série de greffes de Haricots en nombreux exemplaires et quatre séries de greffes de Tabac sur Tomate. Le procédé

employé a été la greffe en fente, et j'ai eu soin, autant que c'était matériellement possible, d'assurer la concordance des tissus semblables et de ligaturer de la même façon. La ligature, ayant été desserrée progressivement, fut enlevée au même moment, et les greffes qui avaient toutes réussi furent soumises aux mêmes traitements et placées à la même exposition. J'avais donc réalisé des conditions paraissant aussi identiques que possible.

» J'ai remarqué que les greffons ont fleuri et fructifié normalement pour la plupart (un Tabac a donné lieu à une monstruosité florale), mais ils ont manifesté des différences de taille, non seulement avec les témoins, mais aussi entre eux; ces différences se retrouvaient dans les sujets. Les Tabacs ont fleuri, les uns une seule fois, les autres à plusieurs reprises successives, comme cela se passe normalement dans cette espèce.

» J'ai recueilli le même jour les plantes greffées et j'ai ensuite étudié la structure anatomique des bourrelets, celle des sujets et des greffons à des niveaux exactement comparables dans toutes les séries.

» Tantôt, à un même niveau, j'ai trouvé le greffon relié au sujet, des deux côtés, par des tissus conducteurs épais et bien différenciés dans le parenchyme cicatriciel; tantôt, au contraire, la soudure n'existait que d'un côté, ou était très faible d'un côté, et cet état existait sur une partie plus ou moins étendue de la région d'union. D'autre part, les proportions relatives des tissus conducteurs et des parenchymes à un même niveau présentaient, suivant les cas, des différences très tranchées, montrant ainsi que la différenciation des tissus dans les méristèmes cicatriciels n'est point uniforme. Chaque bourrelet a donc une structure particulière qui lui est propre; je n'ai pas trouvé, dans ces séries de greffes, deux bourrelets exactement semblables, mais j'ai observé tous les intermédiaires entre les divers types de structures extrêmes que je viens de signaler.

» On conçoit qu'à ces différences dans la valeur des tissus conducteurs corresponde une variation dans la conduction des sèves; qu'aux différences des proportions des parenchymes et des vaisseaux corresponde un changement dans la quantité et la qualité des sèves puisque l'osmose vient s'ajouter à la capillarité au niveau du bourrelet, et que tout cela retentisse sur le développement et la structure du sujet et du greffon. C'est ce qui a lieu, et l'on peut dire que le développement et la structure des plantes greffées sont fonction de la nature du bourrelet. C'est ainsi que si la soudure est inégale sur les deux faces de la place, l'on trouve dans le sujet une dorsiventralité très nette, et que, à un bourrelet défectueux, correspondent des plantes faibles à tissus peu développés.

» Si j'ajoute que j'ai, en dehors des expériences précédentes, examiné plus de 6000 bourrelets de greffes dans les plantes herbacées ou ligneuses, sans en rencontrer deux rigoureusement semblables comme structure dans toute leur étendue, et que les conditions intrinsèques ou extrinsèques de réussite et de durée des greffes ont une influence capitale sur la nature de l'union, je pourrai formuler les conclusions suivantes :

» 1° Le bourrelet de la greffe, même quand cette opération est faite entre plantes aussi semblables que possible et par le même procédé, pré-

sente une structure essentiellement variable, dépendant des hasards de la cicatrisation, toujours indépendante en partie de la volonté de l'opérateur;

» 2° A cause de ces différences de structure, la conduction des sèves et parfois leur nature même sont modifiées plus ou moins suivant chaque greffe. A ces modifications, plus ou moins accentuées, correspondent des variations de nutrition générale ou autres qui sont fatalement différentes elles-mêmes;

» 3° Cette énorme variabilité du bourrelet explique les résultats contradictoires obtenus par divers expérimentateurs et montre que l'on n'est jamais sûr, dans le greffage, de reproduire avec certitude un résultat donné, parce que, même dans les conditions de milieu identiques, l'opérateur ne peut à volonté commander la cicatrisation, c'est-à-dire produire les mêmes contacts et réaliser les mêmes conditions biologiques. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la végétation dans des atmosphères riches en acide carbonique*. Note de M. **E. Demoussy**, présentée par M. A. Müntz.

« Il y a longtemps que l'on sait que l'intensité du phénomène chlorophyllien croît avec la richesse en acide carbonique du gaz qui entoure la feuille éclairée; les recherches de De Saussure, de Boussingault, de Corenwinder l'ont montré. Plus récemment, M. Jean Friedel s'est aussi occupé de cette question. Enfin MM. Brown et Escombe ont fait voir que l'absorption de l'acide carbonique est presque rigoureusement proportionnelle à la teneur de l'atmosphère en ce gaz, tout au moins lorsque cette teneur reste inférieure à un centième.

» J'ai recherché si les plantes profitent de cet accroissement d'assimilation; si, en les faisant vivre constamment dans des atmosphères plus riches en acide carbonique que ne l'est l'air normal, je n'observerais pas un développement plus considérable que dans les conditions ordinaires. Cette question avait déjà été abordée, il y a une vingtaine d'années, par MM. Dehérain et Maquenne; mais ils n'avaient pas pu conclure à une influence favorable; les expériences de M. Montemartini, de Pavie, en 1892, n'avaient pas non plus fourni d'indications bien nettes sur ce sujet.

» J'ai donc cultivé, l'été dernier, quelques plantes dans des atmosphères enrichies en acide carbonique. Ces plantes étaient enracinées dans du sable additionné d'une solution minérale nutritive complète; en employant du sable en place de terre, on est certain que la seule source de carbone sera l'atmosphère.

» J'ai utilisé tout d'abord, comme source d'acide carbonique, de la terre ou du fumier placés au fond de cloches maintenues la douille en bas; sur ce substratum était une assiette supportant le pot avec ses plantes. Les atmosphères de ces cloches renfermaient ainsi environ $\frac{5}{10000}$ et $\frac{10}{10000}$ d'acide carbonique.

» Après un mois de végétation la différence était notable; tandis que des laitues venues dans l'air normal pesaient, à l'état frais, $3^g,5$ et 4^g, celles qui avaient poussé dans l'air enrichi en acide carbonique pesaient 20^g et 9^g; des tabacs fournirent 13^g et 18^g de matière verte dans l'air ordinaire, 23^g et 33^g en présence de terre ou de fumier. Des colzas pesaient $1^g,3$ et $5^g,3$ dans l'air ordinaire, leur poids atteignit $14^g,4$ dans l'air modifié par le fumier.

» Ces expériences montrent nettement que *les gaz dégagés par la terre ou le fumier sont favorables à la végétation.*

» La question se pose de suite : quels sont ces gaz, et leur action doit-elle être attribuée au seul acide carbonique? n'y a-t-il pas lieu de la rapporter à l'ammoniaque, dont MM. Berthelot et André ont montré le dégagement par la terre? J'ai d'ailleurs constaté que 1^{kg} de terre de jardin humide dégageait, sous l'influence d'un courant d'air, une quantité d'azote ammoniacal qui a varié de $0^{mg},9$ à $0^{mg},2$ en 24 heures. Pour un mois, avec $0^{mg},6$ comme moyenne, cela ferait 18^{mg}, ce qui n'est pas négligeable.

» Pour voir dans quelle mesure intervenait cette ammoniaque, j'ai disposé une autre série de cultures de laitues dans des conditions un peu différentes. Les pots étaient placés sous de grandes cloches parcourues constamment, jour et nuit, par un courant d'air (36^l à l'heure). Deux cloches recevaient de l'air normal, deux autres de l'air ayant préalablement traversé 1^{kg} de terre de jardin humide, chargé par suite d'une dose d'acide carbonique supérieure à celle de l'air ordinaire d'environ $\frac{1}{10000}$. Mais dans une de ces deux dernières cloches l'air qui avait traversé la terre était privé d'ammoniaque par son passage dans une éprouvette à ponce imbibée d'acide sulfurique peu concentré.

» Après 1 mois de végétation on obtint les poids suivants (quatre plantes dans chaque cas):

Dans l'air normal	25^g et 29^g
Dans l'air ayant traversé la terre	44
Dans l'air ayant traversé la terre et privé d'ammoniaque	41

» Les gaz dégagés par la terre ont encore exercé sur la végétation une influence très favorable, qu'il est maintenant permis d'attribuer à *l'acide carbonique seul*, puisque, en l'absence d'ammoniaque, la récolte est à peine plus faible qne celle qui a reçu tous les gaz de la terre.

» Cette expérience paraît probante; cependant la certitude de l'utilité d'un excès d'acide carbonique n'existait qu'à la condition que ce corps fût fourni à l'état de pureté chimique. C'est pourquoi j'ai disposé une cloche parcourue par un courant d'air chargé d'acide carbonique dégagé

par du marbre et de l'acide chlorhydrique pur et lavé dans du bicarbonate de soude. Les plantes ainsi traitées ne se développèrent que peu et ne tardèrent pas à jaunir. Cet échec se répéta une seconde et une troisième fois sur de nouvelles plantes, malgré l'interposition de colonnes de bicarbonate de potasse solide, et de plusieurs filtres en flanelle et en coton cardé destinés à retenir les impuretés à l'état vésiculaire, et quoique la teneur en CO^2 de l'air envoyé dans la cloche ait été réduite à $\frac{7}{10000}$.

» L'heureuse influence des gaz dégagés par la terre me montrait cependant qu'une dose d'acide carbonique supérieure à celle de l'air normal était loin d'être funeste; en outre on a journellement l'exemple de plantes prospérant dans des atmosphères riches en acide carbonique : sous les châssis de maraîchers, le fumier entretient une dose élevée d'acide carbonique que j'ai souvent trouvée supérieure à $\frac{3}{1000}$.

» Pour avoir un gaz exempt d'impuretés j'employais, dans une nouvelle série de cultures, de l'acide carbonique diffusé lentement d'une solution aqueuse faite, à la pression ordinaire, à l'aide d'acide carbonique liquide.

» Le résultat de cette expérience fut frappant; tandis que les plantes (3 dans chaque cas) venues dans l'air normal pesaient moins de 1^g, les autres pesaient $17^g,5$ pour une teneur de l'atmosphère de $\frac{15}{10000}$ d'acide carbonique et 33^g lorsque la dose d'acide carbonique atteignait $\frac{25}{10000}$. En même temps, des laitues soumises aux émanations de la terre pesaient $7^g,5$ et $10^g,5$.

» Ceci me semble démontrer sans conteste que *les plantes peuvent profiter à un très haut degré de la présence de faibles excès d'acide carbonique* dans l'atmosphère qui les baigne.

» J'avais l'intention d'étendre ces recherches avant de les présenter à l'Académie, lorsque j'ai eu connaissance d'un travail publié au mois de mai par MM. Brown et Escombe (¹), qui ont essayé de cultiver des plantes dans des atmosphères enrichies en acide carbonique. Or ces auteurs n'ont jamais observé d'effet favorable; souvent même les plantes ainsi traitées ont souffert. Ils en concluent que les végétaux actuels, organisés pour vivre dans une atmosphère à $\frac{3}{10000}$ d'acide carbonique, ne peuvent pas s'adapter à des doses même très peu supérieures, quoiqu'ils puissent momentanément en assimiler de grandes quantités.

» Je crois que les échecs de MM. Brown et Escombe, comme ceux de MM. Dehérain et Maquenne, comme ceux que j'ai éprouvés dans mes

(¹) *Proceedings of the Royal Society*, vol. 70.

premiers essais, doivent être attribués à des impuretés de l'acide carbonique dues à son mode de préparation, impuretés que j'ai pu éliminer en faisant diffuser ce gaz de sa solution aqueuse (¹).

» Qu'il me soit permis de rendre ici un dernier hommage à la mémoire de mon regretté maître, M. Dehérain, qui m'avait engagé à reprendre cette question déjà abordée par lui en 1882. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les roches granitiques et les terrains cristallophylliens du massif des Beni-Toufout, entre El-Milia et Collo (Algérie).* Note de M. **Pierre Termier**, présentée par M. Michel Lévy.

« J'ai décrit l'an dernier, ici même, le granite alcalin du Filfila, qui affleure, près de Philippeville, au milieu des schistes, grès et calcaires de l'Éocène supérieur, et autour duquel ces terrains sont transformés en cornéennes, en roches pyroxéniques ou en marbres. Dans le courant de l'été de 1902, j'ai eu l'occasion de parcourir la région des Beni-Toufout, entre El-Milia et Tamalous, à quelque 50^{km} au sud de Collo. J'étais accompagné dans cette excursion par M. Dussert, ingénieur des Mines. Les observations que j'ai pu faire apportent une nouvelle contribution à l'étude des roches granitiques de l'Algérie, et soulèvent une question qui me paraît très importante.

» Les roches granitiques des Beni-Toufout étaient connues de Tissot. MM. J. Curie et G. Flamand (²) les mentionnent comme des granites et des microgranulites tertiaires, encaissés par des micaschistes anciens et par l'Éocène supérieur; ils décrivent sommairement le métamorphisme subi par les couches éocènes, et signalent, dans la roche éruptive elle-même, divers types, plus ou moins riches en mica noir et en cordiérite (pinite), et même un type tourmalinifère; ils rapprochent enfin les types les plus basiques des types moyens du granite de Ménerville. Dans l'édition de 1900 de la Carte géologique de l'Algérie à $\frac{1}{800000}$, les roches granitiques des Beni-Toufout sont indiquées, schématiquement, sous la forme de quelques larges

(¹) Si M. Schlœsing fils a vu ses plantes prospérer en atmosphère confinée en présence de doses souvent élevées d'acide carbonique, cela tient à la pureté de ce gaz obtenu en chauffant du bicarbonate de soude.

(²) J. Curie et G. Flamand, Explication de la 2ᵉ édition de la *Carte géologique de l'Algérie,* IIᵉ Partie, *Roches éruptives,* Appendice, p. 95. Alger, 1890.

massifs désignés par la lettre π; et la partie environnante est attribuée, partie à l'Archéen ζ, partie à l'Éocène supérieur *es*.

» En réalité, il y a de nombreux massifs granitiques, d'où divergent, dans les terrains encaissants, de multiples apophyses. La structure est tantôt microgranitique, tantôt granulitique (ou grossièrement aplitique) : et l'on voit tous les passages entre ces deux structures. Nulle part je n'ai observé de structure franchement granitique.

» Dans la plupart des microgranites, la pâte crypto-cristalline est d'une extrême finesse, tandis que les cristaux anciens sont d'assez grande dimension. Ces cristaux sont : apatite, sphène, fer titané, cordiérite (pinite) entièrement transformée en mica verdâtre et en matière isotrope, mica noir abondant, plagioclase zoné allant de 25 An à 65 An (c'est-à-dire allant de l'oligoclase au labrador), orthose et, enfin, quartz. On observe, en outre, quelquefois du pyroxène incolore, et d'autres fois de la tourmaline polychrome. Tous ces cristaux sont fortement rongés et résorbés par la pâte. Tous, sauf la cordiérite, sont en parfait état de conservation. La pâte est une mosaïque fine d'orthose et de quartz, avec de rares tablettes d'andésine.

» Les variétés granulitiques montrent une mosaïque très grossière de cryptoperthite et de quartz, moulant du mica noir, du pyroxène et le même plagioclase zoné que ci-dessus. Le sphène est abondant. Il y a un peu de pinite. Certaines variétés contiennent de la tourmaline et ne montrent pas de pyroxène. L'orthose est remarquable par ses inclusions noirâtres cinériformes (oxyde de fer). Le pyroxène est parfaitement frais.

» Il n'y a, dans ces roches, aucune tendance à la décalcification, et aucune tendance non plus au départ des alcalis. Le magnésium est le seul élément qui ait été partiellement enlevé par la métasomatose. Ce sont là des faits exceptionnels.

» Enfin, les apophyses minces, au milieu des schistes, sont formées d'une aplite très fine, de couleur blanche, qui montre, au microscope, du microcline, de l'albite et du quartz. Certains types sont froissés, et renferment de la muscovite, développée dans les joints de friction.

» Voici trois analyses : I. Microgranite à pinite du Koudiat-es-Sakra; II. Microgranite à pyroxène, à structure granitique grossière, d'Aïn-Kechera ; III. Aplite très fine et très blanche d'Aïn-Kechera.

	I.	II.	III.
SiO^2	65,10	69,15	74,25
TiO^2	0,46	0,39	»
Al^2O^3	17,21	16,60	16,20
Fe^2O^3	1,84	0,22	0,07
FeO	2,08	1,36	0,92
MgO	2,91	2,21	0,90
CaO	3,21	3,55	0,77
K^2O	4,08	3,91	3,40
Na^2O	2,05	3,57	3,87
Perte au feu	1,75	0,50	0,87
TOTAL	100,69	101,46	101,25

» L'aplite III se rapproche beaucoup des aplites du Filfila. Les roches I et II sont

très comparables entre elles, et la moyenne de leurs analyses doit représenter assez bien la composition moyenne des roches granitiques des Beni-Toufout. Cette moyenne est intermédiaire entre la composition du granite (*adamellite*) de Ménerville, donnée par MM. Duparc et Pearce, et la composition du granite du Filfila; mais plus près du premier que du second de ces deux granites. Je ne doute pas qu'on ne trouve d'autres types intermédiaires, et que les granites algériens ne forment une série chimiquement continue, allant du type Filfila au type Ménerville.

» Les roches cristallophylliennes des Beni-Toufout appartiennent toutes à l'Éocène. On y voit des micaschistes, des schistes siliceux, des marbres blancs (identiques à ceux du Filfila), et des roches formées de grenat et de pyroxène. Le tout passe latéralement à des terrains de moins en moins métamorphiques, qui prennent peu à peu le faciès habituel des assises liguriennes. Le métamorphisme de l'Éocène, ici comme au Filfila, est indubitablement lié à la venue du granite.

» Mais alors, et c'est là l'importante question dont je parlais en commençant, on peut se demander si tout le Cristallophyllien de cette même région, depuis Alger jusqu'à Bône, n'a pas une origine analogue. Une grande partie de ce Cristallophyllien serait de l'Éocène métamorphique; le reste proviendrait de la transformation d'une série paléozoïque (ou mésozoïque?) d'âge indéterminé, qui aurait été le substratum de l'Éocène. Le métamorphisme de la série profonde et de l'Éocène lui-même daterait de la fin de l'Éocène ou des débuts de l'Oligocène : il serait en tout cas antérieur au dépôt des grès et poudingues de Dellys. »

GÉOLOGIE. — *Existence du Jurassique supérieur et de l'Infracrétacé dans l'île de Crète*. Note de M. L. Cayeux, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Les terrains secondaires jouent un grand rôle dans l'île de Crète. M. Raulin [1], qui les a beaucoup étudiés dans son exploration de 1845, les a divisés en *macigno* et *calcaires noirâtres crétacés*. Le macigno n'a pas fourni de fossiles; mais, en se fondant sur les analogies que ce terrain présente avec ceux de la Morée, décrits par Boblaye et Virlet d'Aoust, M. Raulin l'a rattaché au Crétacé. En l'absence de documents paléontologiques, cette attribution était des plus légitimes. Le Jurassique ne figure pas dans la série secondaire ainsi comprise.

---

[1] V. Raulin, *Description physique de l'île de Crète*; publiée en 1869, 2 vol.

» Pour des raisons que je développerai bientôt, les terrains secondaires correspondant au macigno de M. Raulin présentent un très grand intérêt aussi bien pour les phénomènes éruptifs que pour la tectonique de la Méditerranée orientale. Le but de cette Note est de faire connaître les résultats d'une étude rapide et non définitive d'une partie des fossiles que j'y ai recueillis.

» La composition lithologique de ces terrains est extraordinairement variée, leur puissance est considérable et leur pauvreté en fossiles vraiment rebutante.

» Pour énumérer tous les dépôts qui les composent, il faudrait passer en revue presque toute la nomenclature des roches sédimentaires. Je citerai parmi les principaux, des calcaires sublithographiques gris, violets, rouges, avec ou sans silex et bien stratifiés, des calcaires compacts souvent lenticulaires, des calcaires coralligènes, etc.; dans le domaine des roches argileuses, des schistes rouges, verts, calcarifères, argileux et parfois séricíteux; enfin la série des roches siliceuses comprend des grès verts plus au moins micacés, des psammites et des jaspes en assises puissantes. Les dépôts détritiques sont parfois très prédominants dans ces terrains; ceux-ci prennent alors un aspect de *flysch* très caractérisé.

» Ces différents types de roches alternent et se groupent de maintes façons. Leur ordre de succession se reconnaît aisément dans une région déterminée, mais leur classement m'est inconnu pour l'île entière. L'impossibilité d'établir la série chronologique de ces dépôts pour toute la Crète tient à leur pauvreté très réelle en fossiles macroscopiques, à la répétition du même type de roches à différents niveaux, à la disposition fréquemment lenticulaire des calcaires qui rend incomparables des coupes faites à de grandes distances, aux changements de facies qui affectent certains horizons, etc.

» La puissance de ces terrains, déduite de recherches de détails faites sur des coupes continues, dans d'excellentes conditions d'observation, peut être évaluée à 4000^m au moins, et il se peut que ce chiffre soit notablement inférieur à la réalité.

» J'ai trouvé plusieurs gisements de fossiles. Le plus important est situé au centre de l'île, au pied ouest du massif de l'Ida. Il se compose d'un petit récif, formé par un calcaire souvent criblé de fossiles, reposant sur un conglomérat. La faune est caractérisée par l'abondance de *Brachiopodes* et de *Polypiers* et comprend au moins une trentaine d'espèces différentes, parmi lesquelles je citerai : *Rhynchonella inconstans* d'Orb., *Terebratula subsella* Leym., *Terebratula Repellini* d'Orb., *Terebratella pectunculoides* Schlot. Les Terebratulines pullulent. Les Oursins sont représentés par les genres *Glypticus* et *Diplopodia*. Les polypiers de récifs figurent avec plusieurs genres comportant de huit à dix espèces différentes. Ce gisement est probablement kimméridien.

» Les constructions récifales ont dû être très répandues dans la région. On trouve en effet à la surface du sol, en de nombreux points, des polypiers isolés, parfois à l'état d'énormes blocs, témoins d'îlots coralliens démantelés par l'érosion. Il est à remarquer que la partie de l'île où l'on rencontre les formations récifales du Jurassique

supérieur est très riche en roches éruptives. Cette coïncidence rappelle, dans une certaine mesure, la liaison qui existe de nos jours entre les manifestations coralliennes et l'activité éruptive des mers à récifs.

» Deux autres gisements fossilifères sont également des calcaires à polypiers reposant sur des conglomérats. L'existence du Jurassique supérieur est donc démontrée par plusieurs faunes toutes en rapport avec des récifs coralliens et des conglomérats.

» L'infracrétacé est représenté avec un très grand développement. J'ai retrouvé en Crète les dépôts si caractéristiques des environs de Nauplie, calcaires violacés, schistes rouges et verts, silex à Radiolaires, calcaires blancs compacts, etc., dont j'ai précédemment démontré l'âge hauterivien et urgonien ([1]). Les couches à *Desmoceras Neumayri* Haug, de Nauplie, manquent ou m'ont échappé. Il en résulte que les divisions de l'Infracrétacé me sont inconnues.

» Le Macigno comprendrait donc le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur. Il y a des raisons de croire que les deux terrains forment une série continue, allant au moins du Kimméridien à l'Urgonien et commençant peut-être bien avant le Kimméridien. La grande épaisseur de ces terrains prête à cette hypothèse un certain caractère de vraisemblance. Toutefois il ne peut être question de voir dans cette formation la représentation de tout le Jurassique. Il existe en effet, entre le Trias métamorphique et la série que je viens d'étudier, les dépôts très puissants que je rattache encore au Jurassique. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les quantités de phosphore contenues dans les farines.* Note de M. **Balland**. (Extrait.)

« Les dosages du phosphore dans les blés et les farines ont été effectués, jusqu'à ce jour, sur les cendres de ces produits : or on sait, par les travaux de la Station de Chimie végétale de Meudon, que ce mode de dosage donne des résultats trop faibles, une partie du phosphore se trouvant dans les végétaux sous la forme de composé organique qui échappe à une incinération, même très ménagée ([2]).

» J'ai repris cette étude, avec le concours d'un jeune chimiste, M. Droz, en opérant directement sur les produits à l'état normal, d'après un procédé qui sera exposé plus tard.

([1]) L. Cayeux, *Existence du Crétacé inférieur en Argolide* (*Grèce*) (*Comptes rendus,* t. CXXXVI, 1903, p. 165-166).

([2]) Berthelot, *Chimie végétale et agricole,* t. IV, p. 90. Paris, Masson, 1899.

» .... Si l'on rapporte les résultats au pain qui est, en France, la base de l'alimentation, on trouve que 1^{kg} de pain à 35 pour 100 d'eau contient approximativement :

	P.	PO^5.
Pain de munition avec farine blutée à 80 pour 100....	1,04	2,47
Pain de munition avec farine blutée à 70 pour 100....	0,91	2,16
Pain des hôpitaux civils de Paris..................	0,85	1,95
Pains des boulangeries civiles.....................	0,53 à 0,78	1,23 à 1,82

» De semblables écarts existent pour l'azote ; ils justifient les doléances des boulangers, qui se plaignent d'avoir des farines de moins en moins panifiables.

» J'ai signalé, depuis longtemps, l'affaiblissement progressif du gluten dans les farines : il tient à différentes causes ; mais, avant tout, au mode de mouture par cylindres, et aux perfectionnements apportés dans les bluteries au cours de ces dernières années. Dans les farines douze-marques que nous avons étudiées, on ne rencontre presque plus ces débris cellulosiques qu'Aimé Girard nous a appris à dénombrer et qui sont si abondants dans les farines de meule.

» Pour répondre efficacement aux *desiderata* exprimés par le Syndicat général de la Boulangerie française, il faudrait amener le consommateur à exiger du boulanger un pain moins blanc.... »

M. **Fraichet** adresse une Note sur « la variation de la réluctance d'un barreau d'acier soumis à la traction ».

M. **Ambroise Dubois** adresse une « Théorie rationnelle de la vision ».

M. **C. Potrat** adresse une Note sur l'emploi des sels de cuivre contre le peronospora.

(Renvoi à l'examen de M. Prillieux.)

M. **J.-M. Rixens** adresse une Note relative à l'énergie humaine.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 JANVIER 1903.

Reports on the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico (1877-1878), *in the Caribbean Sea* (1878-1879), *and along the Atlantic coast of the United States* (1880), *by the U. S. coast survey steamer* Blake; XL : *Les Bathynomes,* par ALPHONSE MILNE-EDWARDS et E.-L. BOUVIER; with eight plates. Cambridge (États-Unis), 1902; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Bouvier.)

L'organisation et les affinités des Gastéropodes primitifs d'après l'étude anatomique du Pleurotomaria Beyrichi, par E.-L. BOUVIER et H. FISCHER. (*Journal de Conchyliologie;* 2e trimestre, 1902.) Paris; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Bouvier.)

La découverte des Polypes d'eau douce, d'après la correspondance inédite de Réaumur et d'Abraham Trembley, par MAURICE TREMBLEY. Genève, 1902; 1 fasc. in-12. (Présenté par M. Albert Gaudry. Hommage de l'auteur.)

Biologische Untersuchungen, von Prof. GUSTAF RETZIUS; neue Folge, X; mit 19 Tafeln. Stockholm, 1902; 1 vol in-f°. (Hommage de l'auteur.)

Résultats zoologiques de l'Expédition scientifique néerlandaise au Bornéo central. Poissons, par M. LÉON VAILLANT; avec 2 planches. (Notes from the Leyden Museum, vol. XXIV.) Leyde, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier. Hommage de l'auteur.)

Sur la cause des phénomènes volcaniques, par STANISLAS MEUNIER. (Extr. des *Procès-verbaux* de la Société d'Histoire naturelle d'Autun; année 1902.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Initiation philosophique et géométrique au Calcul différentiel et infinitésimal, par L.-M. LE DANTEC. Paris, chez l'auteur, 1902; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Album de Calcul infinitésimal et différentiel, par l'Abbé L.-M. LE DENTEC. Paris, 1903; 1 fasc. in-12 oblong.

Il materialismo del secolo ossia la scuola uffiziale, esame critico del Dottor VINCENZO MASSIMI. Ascoli, 1902; 1 fasc. in-12.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut; t. XIV, livraison du 15 décembre 1902, n° 168. Paris, Paul Dupont; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe, paraissant le 1er de chaque mois; janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, pub. par MM. S. JACCOUD et A. MOTET; 67e année, 3e série, t. XLIX, n° 1 : Séance du 6 janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie, publiés le vendredi de chaque semaine; t. LIX, n° 37, janvier 1903. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

La Tribune médicale, revue française de Médecine. Rédacteur en chef : J.-V. LABORDE; 36e année, 2e série, n° 1. Paris; 1 fasc. in-8°.

Marseille médical, journal bi-mensuel. Directeur : CH. LIVON; 40e année; n° 1, 1er janvier 1903. Marseille; 1 fasc. in-8°.

Journal de l'éclairage au gaz, 51e année, n° 1, 5 janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de l'Académie royale des Sciences et des Lettres du Danemark, Copenhague; 6e série, section des Sciences; t. XI, n° 4; t. XII, n° 2. Copenhague, 1902; 2 fasc. in-4°.

Académie impériale des Sciences. Comptes rendus des Séances de la Commission sismique permanente; année 1902, livraison I. Saint-Pétersbourg, 1902; 1 fasc. in-4°.

Annales de l'observatoire astronomique de Moscou, publiées sous la rédaction du prof. Dr W. CERASKI; 2e série, vol. IV, avec 4 planches et une figure dans le texte. Moscou, 1902; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 JANVIER 1903.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, publiés par MM. les Secrétaires perpétuels. Tome CXXXIV, janvier-juin 1902. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-4°.

Opuscules et fragments inédits de Leibniz, extraits des manuscrits de la Bibliothèque royale de Hanovre, par LOUIS COUTURAT. Paris, Félix Alcan, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Cartes nouvellement éditées par le Service géographique de l'Armée. *Asie* au $\frac{1}{1000000}$: Hué; *Tunisie* au $\frac{1}{100000}$: Tebessa, Maktar, Sidi el Hani, Kairouan, Le Kef, Sidi Youssef, Oued Cherita; *Algérie* au $\frac{1}{50000}$: Bordj Bou Arreridj, Aïne Tagrout; *Algérie* au $\frac{1}{200000}$: Aurès, Souk-Arrhas; *Afrique* au $\frac{1}{2000000}$: Le Caire. 13 feuilles de divers formats.

Bulletin international quotidien du Bureau central météorologique de France, Directeur : E. MASCART; 44e année, 1903, n° 1. Paris; 1 feuille in-4°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : LOUIS OLIVIER; 14e année, 15 janvier 1903, n° 1. Paris, Armand Colin; 1 fasc. in-4°.

Revue générale de Chimie pure et appliquée. Directeur : GEORGE-F. JAUBERT; 5e année, t. VI, n° 1, 11 janvier 1903. Paris, 1 fasc. in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de la Société de Biologie; t. LV, n° 1, 9 janvier 1903. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, paraissant le 15 et le 30 de chaque mois, publié par le Corps enseignant de l'École d'Alfort; 8e série, t. X, n° 1, 15 janvier 1903. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Archives de Médecine navale, recueil publié par ordre du Ministre de la Marine; t. LXXIX, n° 1, janvier 1903. Paris, Imprimerie nationale; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg; t. XXXIII, fasc. 1 : *Cinquantenaire de la Société et Jubilé de M. Le Jolis*. Paris, J.-B. Baillière et fils; Cherbourg, imp. Le Maout, 1902; 1 fasc. in-8°.

Revue bryologique, Bulletin bimestriel consacré à l'étude des Mousses et des

Hépatiques; 30e année, nº 1, 1903. Cahan, par Athis (Orne), T. Husnot; 1 fasc. in-8°.

Sur le développement des perturbations planétaires, application aux petites planètes, par KARL BOHLIN. Stockholm, P.-A. Norstedt et fils, 1902; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Note sur les ballons sondes lancés en Russie, par A. DE QUERVAIN. (*Bull. de l'Acad. imp. des Sciences de Saint-Pétersbourg,* novembre 1901; t. XV, nº 4.) 1 fasc. in-4°.

Verification einer Stimmgabel und Versuch einer photographischen Prüfungsmethode von Stimmgabeln, v. A. SCHOENROCK. (*Bull. de l'Acad. imp. des Sciences de Saint-Pétersbourg,* 1902, mars, t. XVI, nº 3.) 1 fasc. in-4°.

L'origine et l'identité du virus vaccin et du virus variolique; les corpuscules sphériques, par I.-D. POENARU. Bukarest, 1902; 1 fasc. in-8°.

Heinrich Daniel Ruhmkorff, ein Lebensbild zu seinem 100 *Geburtstage,* von EMIL KOSACK; herausgegeben von hannoverschen Elecktrotechniker-Verein. Leipzig et Hanovre, 1903; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Tome CXXXV, Séance du 8 décembre 1902.)

Note de M. *E. Grimal,* Sur un dichlorhydrate et un dibromhydrate de cadinène, et un cadinène régénéré dextrogyres :

Page 1058, lignes 4 et 5 en remontant, *après* ont donné, en moyenne, *ajoutez* pour le dibromhydrate.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 FÉVRIER 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Léon Labbé*, à la place d'Académicien libre, en remplacement de feu M. *Damour*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Léon Labbé** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'extinction graduelle du mouvement à l'arrière d'une onde isolée, dans un milieu élastique éprouvant une résistance proportionnelle ou à la vitesse, ou au déplacement*. Note de M. **J. Boussinesq**.

« I. Il y a neuf ans environ qu'une Note, très remarquée, de M. H. Poincaré [1], relative à l'intégration de l'équation dite *des télégraphistes*, appela l'attention des géomètres sur une question qu'avaient déjà abordée Laplace et Poisson, savoir, la propagation des ondes dans un milieu élastique soumis à des résistances proportionnelles ou à la vitesse, ou au déplacement. En y appelant u celui-ci, prenant pour unité de longueur la vitesse de pro-

---

[1] *Sur la propagation de l'électricité* (*Comptes rendus*, t. CXVII, 26 décembre 1893, p. 1027).

pagation dans le milieu censé soustrait aux résistances dont il s'agit et supposant enfin qu'une seule coordonnée, x, ait à figurer, à côté du temps t, comme variable indépendante, l'équation du problème, aux dérivées partielles, est

$$(1) \qquad \frac{d^2u}{dt^2} + a\frac{du}{dt} = \frac{d^2u}{dx^2} - bu,$$

où a, b désignent deux constantes *positives*. Or, si l'on pose

$$(2) \qquad u = e^{-\frac{at}{2}}\varphi, \qquad \pm 4k^2 = \frac{a^2}{4} - b,$$

$2k$ exprimant ainsi la racine carrée positive de la différence $\frac{a^2}{4} - b$ prise en valeur absolue, cette équation devient

$$(3) \qquad \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{d^2\varphi}{dx^2} \pm 4k^2\varphi.$$

» Elle a pour intégrale générale, avec deux fonctions arbitraires $f(x)$, $F(x)$ exprimant respectivement les valeurs *initiales* (relatives à $t = 0$) de la fonction φ et de sa dérivée φ' en t,

$$(4) \qquad \begin{cases} \varphi = \dfrac{d}{dt}\displaystyle\int_{-t}^{t} f(x+\tau)\,d\tau \int_0^{\frac{\pi}{2}} \mathrm{co}\left(2\sqrt{k^2t^2 - k^2\tau^2}\cos\theta\right)\frac{d\theta}{\pi} \\ \qquad + \displaystyle\int_{-t}^{t} F(x+\tau)\,d\tau \int_0^{\frac{\pi}{2}} \mathrm{co}\left(2\sqrt{k^2t^2 - k^2\tau^2}\cos\theta\right)\frac{d\theta}{\pi}, \end{cases}$$

où l'expression co désigne un cosinus soit hyperbolique, soit circulaire, suivant que le dernier terme de (3) est pris avec son signe supérieur + ou son signe inférieur −.

» M. Poincaré en a déduit très simplement que, si la région d'ébranlement [où $f(x)$, $F(x)$ diffèrent de zéro] est limitée, la tête de l'onde se propage avec la même vitesse, 1, que dans le milieu soustrait aux résistances à coefficients a, b, mais que l'onde se prolonge indéfiniment, ou que le repos, à son arrière, n'est rétabli que pour t infini.

» Je me propose ici d'étudier la manière dont se fait cette extinction graduelle du mouvement à la queue de l'onde, en tout point du milieu élastique. J'appellerai x l'abscisse de ce point et X l'abscisse $x + \tau$ d'un élément quelconque $dX = d\tau$ de la région d'ébranlement; en sorte que

τ sera la différence $X - x$, ou, en valeur absolue, la distance du point à l'élément dX.

» II. Pour commencer par le cas le plus simple, supposons que la résistance soit un frottement proportionnel à la vitesse, ou qu'on ait $b = 0$, $a = 4k$; et prenons, en conséquence, le dernier terme de (3) avec son signe supérieur. Donnons-nous d'abord des déplacements initiaux $f(x)$ nuls, mais certaines vitesses initiales $u'_0 = F(X)$. Dès que le temps t excédera la valeur absolue de τ pour toute la région d'ébranlement, les formules (2) et (4) donneront

$$(5)\qquad u = \frac{e^{-2kt}}{\pi}\int F(X)\,dX\int_0^{\frac{\pi}{2}} \operatorname{coh}\left(2\sqrt{k^2t^2 - k^2\tau^2}\cos\theta\right)d\theta,$$

l'intégration en X s'étendant à toute la région d'ébranlement. La partie du déplacement u due à l'élément dX de la région d'ébranlement est donc le produit de $F(X)\,dX$ par le facteur

$$(6)\qquad \begin{cases} \dfrac{e^{-2kt}}{\pi}\displaystyle\int_0^{\frac{\pi}{2}} \operatorname{coh}\left(2\sqrt{k^2t^2 - k^2\tau^2}\cos\theta\right)d\theta \\ = (\text{sensiblement})\ \dfrac{1}{2\pi}\displaystyle\int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-2\left(kt - \sqrt{k^2t^2 - k^2\tau^2}\cos\theta\right)}\,d\theta, \end{cases}$$

dont la deuxième expression devient visiblement applicable dès que le produit kt est un peu grand.

» Alors l'exponentielle sous le signe $\int$, sensible pour $\theta = 0$, s'évanouit très vite dès que θ n'est plus nul; et l'on peut borner l'intégrale définie aux éléments voisins de $\theta = 0$, pour lesquels $\cos\theta$ se réduit à $1 - \frac{1}{2}\theta^2$. Le facteur d'importance (6) devient donc

$$(7)\qquad \frac{1}{2\pi}e^{-2\left(kt - \sqrt{k^2t^2 - k^2\tau^2}\right)}\int_0^{\infty} e^{-\sqrt{k^2t^2 - k^2\tau^2}\,\theta^2}\,d\theta = \frac{e^{-2\left(kt - \sqrt{k^2t^2 - k^2\tau^2}\right)}}{4\sqrt{\pi}\sqrt{\sqrt{k^2t^2 - k^2\tau^2}}}.$$

» Son évanouissement, quand t grandit, se fait avec une grande lenteur; car, dès que l'on a $\sqrt{k^2t^2 - k^2\tau^2} = kt\left(1 - \frac{\tau^2}{2t^2}\right)$ à très peu près, la deuxième expression (7), en y supposant $k\tau$ d'abord comparable à $\sqrt{kt}$, puis, petit même devant $\sqrt{kt}$, se réduit successivement et sensiblement à

$$(8)\qquad \frac{e^{-\frac{k^2\tau^2}{kt}}}{4\sqrt{\pi kt}},\qquad \text{puis à}\qquad \frac{1}{4\sqrt{\pi kt}}\left(1 - \frac{k}{t}\tau^2\right).$$

» On voit qu'elle décroît, en premier lieu, comme l'inverse de $e^{\frac{k\tau^2}{t}}\sqrt{kt}$, puis, finalement, comme l'inverse de $\sqrt{kt}$, lorsque $k\tau$ s'efface devant $\sqrt{kt}$.

» III. Toutefois, cette excessive lenteur, d'autant plus accusée que se trouve moindre le coefficient $4k$ de résistance, est, à proprement parler, celle de l'action des frottements pour neutraliser l'impulsion due à une certaine quantité totale de mouvement, initialement imprimée au milieu dans la région des ébranlements; et il ne faudrait pas l'attribuer au rétablissement même de l'équilibre *à l'arrière d'une onde non accompagnée d'impulsion*. En effet, l'expression asymptotique totale de u, produit de (7) par $F(X)\,dX$, intégré dans toute la région d'ébranlement, pourra, pour kt assez grand, s'écrire, d'après (8), d'abord

$$(9)\quad u = \frac{\int F(X)\,e^{-\frac{k\tau^2}{t}}\,dX}{4\sqrt{\pi k t}}, \quad \text{puis} \quad u = \frac{\int F(X)\,dX}{4\sqrt{\pi k t}} - \frac{\sqrt{k}}{4t\sqrt{\pi t}}\int F(X)\tau^2\,dX.$$

» Or, notre milieu est supposé, ici, ébranlé par de simples vitesses initiales $u'_0 = F(X)$, sans déplacements simultanés sensibles; et l'intégrale $\int F(X)\,dX$ représente, à un facteur constant près, l'*impulsion d'ensemble* ou *la quantité de mouvement* imprimée au milieu. Si elle diffère de zéro, on a bien, sensiblement, u inverse de $\sqrt{kt}$; et l'évanouissement de u se fait avec la lenteur dont il s'agit. Mais, au contraire, dans le cas d'*actions intérieures*, telles que celles, par exemple, d'un phénomène chimique ayant eu pour théâtre la région d'ébranlement, l'intégrale

$$\int F(X)\,dX$$

s'annule; et l'expression de u, finalement réduite au dernier terme de la seconde expression (9), devient proportionnelle à $\frac{\sqrt{k}}{t\sqrt{t}}$. Elle décroît donc, sensiblement, comme l'inverse de $t\sqrt{t}$, et d'autant moins que $\sqrt{k}$ est plus grand, ou que le coefficient de frottement est plus fort.

» On conçoit, en effet, que dans le cas d'une *impulsion*, où le déplacement imprimé aurait été permanent, *définitif*, sans la présence des frottements, ceux-ci demandent d'autant plus de temps pour l'annuler, c'est-à-dire pour remettre dans leurs situations initiales les particules du milieu, qu'ils sont plus faibles; mais que, dans le cas contraire où il n'y a pas d'impulsion et où, sans les frottements, l'onde aurait été nettement déli-

mitée à son arrière, le retour à l'équilibre primitif se trouve d'autant plus retardé que ces frottements sont plus grands.

» IV. Quand on donne des déplacements initiaux $u_0 = f(X)$ sans vitesses simultanées, cas où la somme $\int f(X)\,dX$ s'annule de même si ces déplacements ont été produits par des vitesses (rapidement acquises et rapidement disparues) à valeur moyenne nulle, dues, par exemple, à des actions intérieures, la solution est un peu moins simple, parce que les valeurs initiales de φ et de sa dérivée φ' en t sont respectivement, vu la première formule (2), $f(X)$ et $2k f(X)$, de sorte que le second membre de (4) n'a pas de terme nul.

» On peut y prendre, d'après ce qui précède, comme expression asymptotique des intégrales en θ (sauf erreur *relative* négligeable),

$$\frac{e^{2\sqrt{k^2t^2-k^2\tau^2}}}{4\sqrt{\pi\sqrt{k^2t^2-k^2\tau^2}}},$$

et, pour sa dérivée en t, le produit, par $2k$, de l'expression elle-même.

» Alors on voit que ce second membre de (4) a son premier terme égal au dernier, ce qui donne finalement, au lieu des formules (9),

$$(10) \qquad u = \frac{\int f(X)\, e^{-\frac{k\tau^2}{t}}\, dX}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{k}{t}},$$

puis

$$(10\,bis) \qquad u = \frac{\int f(X)\, dX}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{k}{t}} - \frac{\int f(X)\tau^2\, dX}{\sqrt{\pi}} \frac{k}{t}\sqrt{\frac{k}{t}}.$$

» A part le facteur k en plus aux numérateurs, ces formules impliquent les mêmes conséquences que les précédentes (9).

» V. Les résultats sont un peu moins simples quand la résistance étudiée est proportionnelle au déplacement u, non à la vitesse, ou lorsque l'on a $a = 0$, $b = 4k^2$, $u = \varphi$ et que, par suite, les cosinus à prendre dans les intégrales en θ de (4) sont des cosinus circulaires. Alors l'expression asymptotique de ces intégrales ([1]) est

$$\frac{\cos\left(2\sqrt{k^2t^2-k^2\tau^2} - \frac{\pi}{4}\right)}{2\sqrt{\pi\sqrt{k^2t^2-k^2\tau^2}}} = \frac{1}{2\sqrt{\pi k t}}\cos\left(2kt - \frac{\pi}{4} - \frac{k\tau^2}{t}\right),$$

([1]) Voir, par exemple, la formule (26) de la XXXIe Leçon de mon *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (t. II, *Compléments*, p. 154*).

et sa dérivée se réduit au produit de $-2k$ par la même expression, où un sinus remplacerait le cosinus. Il vient donc alors

$$(11)\qquad \left\{\begin{aligned} u = &-\sqrt{\frac{k}{\pi t}}\int f(\mathrm{X})\sin\left(2kt-\frac{\pi}{4}-\frac{k\tau^2}{t}\right)d\mathrm{X}\\ &+\frac{1}{2\sqrt{\pi k t}}\int \mathrm{F}(\mathrm{X})\cos\left(2kt-\frac{\pi}{4}-\frac{k\tau^2}{t}\right)d\mathrm{X}.\end{aligned}\right.$$

» Aux distances τ des éléments $d\mathrm{X}$ de la région d'ébranlement assez modérées pour que la fraction $\frac{k\tau^2}{t}$ soit petite devant l'unité, on pourra dédoubler, sous les signes $\int$, le sinus et le cosinus qui y figurent en

$$(\sin \text{ ou } \cos)\left(2kt-\frac{\pi}{4}\right)\mp\frac{k\tau^2}{t}(\cos \text{ ou } \sin)\left(2kt-\frac{\pi}{4}\right).$$

» On voit qu'alors l'expression de u se composera de quatre parties, dont deux, affectées respectivement, en coefficient, de $\int f(\mathrm{X})\,d\mathrm{X}$ ou de $\int \mathrm{F}(\mathrm{X})\,d\mathrm{X}$, seront comparables aux inverses de $\sqrt{t}$, mais s'annuleront, avec leur coefficient respectif, dans le cas d'ébranlements causés par des actions *intérieures*, tandis que les deux autres, ayant en coefficient

$$\int f(\mathrm{X})\tau^2\,d\mathrm{X} \qquad \text{ou} \qquad \int \mathrm{F}(\mathrm{X})\tau^2\,d\mathrm{X},$$

seront de l'ordre de petitesse des inverses de $t\sqrt{t}$. Le décroissement des valeurs de u, pour des temps t croissants, est donc comparable à ce qu'il était dans le cas d'une résistance proportionnelle à la vitesse; mais ces valeurs de u, au lieu de tendre *sans cesse* vers zéro comme précédemment, *oscillent* indéfiniment, avant de s'évanouir, autour de cette limite zéro, avec une période $\frac{\pi}{k}$ égale à $\frac{2\pi}{\sqrt{b}}$, ou inverse de la racine carrée du coefficient de résistance. »

MÉCANIQUE. — *Sur les équations du mouvement et la relation supplémentaire au sein d'un milieu vitreux.* Note de M. **P. Duhem.**

« Supposons le milieu exempt d'actions intérieures; le potentiel interne sera de la forme (1)

$$\int \Phi(T, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3)\, dm,$$

où l'intégration s'étend à toutes les masses élémentaires que renferme le milieu. Soit ρ la densité du milieu. Posons

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} -\frac{N_x}{\rho} &= \left(\frac{\partial x}{\partial a}\right)^2 \frac{\partial \Phi}{\partial \varepsilon_1} + \left(\frac{\partial x}{\partial b}\right)^2 \frac{\partial \Phi}{\partial \varepsilon_2} + \left(\frac{\partial x}{\partial c}\right)^2 \frac{\partial \Phi}{\partial \varepsilon_3} \\ &\quad + 2\frac{\partial x}{\partial b}\frac{\partial x}{\partial c}\frac{\partial \Phi}{\partial \gamma_1} + 2\frac{\partial x}{\partial c}\frac{\partial x}{\partial a}\frac{\partial \Phi}{\partial \gamma_2} + 2\frac{\partial x}{\partial a}\frac{\partial x}{\partial b}\frac{\partial \Phi}{\partial \gamma_3} \\ -\frac{T_x}{\rho} &= \frac{\partial y}{\partial a}\frac{\partial z}{\partial a}\frac{\partial \Phi}{\partial \varepsilon_1} + \frac{\partial y}{\partial b}\frac{\partial z}{\partial b}\frac{\partial \Phi}{\partial \varepsilon_2} + \frac{\partial y}{\partial c}\frac{\partial z}{\partial c}\frac{\partial \Phi}{\partial \varepsilon_3} + \left(\frac{\partial y}{\partial b}\frac{\partial z}{\partial c} + \frac{\partial y}{\partial c}\frac{\partial z}{\partial b}\right)\frac{\partial \Phi}{\partial \gamma_1} \\ &\quad + \left(\frac{\partial y}{\partial c}\frac{\partial z}{\partial a} + \frac{\partial y}{\partial a}\frac{\partial z}{\partial c}\right)\frac{\partial \Phi}{\partial \gamma_2} + \left(\frac{\partial y}{\partial a}\frac{\partial z}{\partial b} + \frac{\partial y}{\partial b}\frac{\partial z}{\partial a}\right)\frac{\partial \Phi}{\partial \gamma_3} \end{aligned}\right.$$

et définissons N_y, N_z, T_y, T_z par des égalités analogues. Les équations du mouvement du système seront, en tout point du milieu,

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial(N_x+\nu_x)}{\partial x} + \frac{\partial(T_z+\tau_z)}{\partial y} + \frac{\partial(T_y+\tau_y)}{\partial z} - \rho\left[X - \frac{\partial^2 \xi(a,b,c,t)}{\partial t^2}\right] = 0, \\ &\frac{\partial(T_z+\tau_z)}{\partial x} + \frac{\partial(N_y+\nu_y)}{\partial y} + \frac{\partial(T_x+\tau_x)}{\partial z} - \rho\left[Y - \frac{\partial^2 \eta(a,b,c,t)}{\partial t^2}\right] = 0, \\ &\frac{\partial(T_y+\tau_y)}{\partial x} + \frac{\partial(T_x+\tau_x)}{\partial y} + \frac{\partial(N_z+\nu_z)}{\partial z} - \rho\left[Z - \frac{\partial^2 \zeta(a,b,c,t)}{\partial t^2}\right] = 0 \end{aligned}\right.$$

et en tout point de la surface S, qui termine le milieu déformé,

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} &(N_x+\nu_x)\alpha + (T_z+\tau_z)\beta + (T_y+\tau_y)\gamma - P_x = 0, \\ &(T_z+\tau_z)\alpha + (N_y+\nu_y)\beta + (T_x+\tau_x)\gamma - P_y = 0, \\ &(T_y+\tau_y)\alpha + (T_x+\tau_x)\beta + (N_z+\nu_z)\gamma - P_z = 0, \end{aligned}\right.$$

X, Y, Z, P_x, P_y, P_z étant les composantes du champ extérieur et de la pression extérieure. A ces relations il faut joindre, en chaque point du

(1) Nous garderons ici les notations des deux Notes que nous avons présentées à l'Académie le 19 janvier et le 2 février 1903.

milieu, l'équation de continuité de Lagrange

$$(4) \qquad \rho \frac{D(x, y, z)}{D(a, b, c)} = \rho_0$$

et une relation supplémentaire que nous allons former.

» Posons

$$(5) \quad \begin{cases} c = -\frac{T}{E}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial T^2}, \\ e_1 = -\frac{T}{E}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \varepsilon_1 \partial T}, \quad e_2 = -\frac{T}{E}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \varepsilon_2 \partial T}, \quad e_3 = -\frac{T}{E}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \varepsilon_3 \partial T} \\ g_1 = -\frac{T}{E}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \gamma_1 \partial T}, \quad g_2 = -\frac{T}{E}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \gamma_2 \partial T}, \quad g_3 = -\frac{T}{E}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \gamma_3 \partial T}, \end{cases}$$

puis

$$(6) \quad \begin{cases} a_x = \left(\frac{\partial x}{\partial a}\right)^2 e_1 + \left(\frac{\partial x}{\partial b}\right)^2 e_2 + \left(\frac{\partial x}{\partial c}\right)^2 e_3 \\ \qquad + 2\frac{\partial x}{\partial b}\frac{\partial x}{\partial c} g_1 + 2\frac{\partial x}{\partial c}\frac{\partial x}{\partial a} g_2 + 2\frac{\partial x}{\partial a}\frac{\partial x}{\partial b} g_3, \\ b_x = \frac{\partial y}{\partial a}\frac{\partial z}{\partial a} e_1 + \frac{\partial y}{\partial b}\frac{\partial z}{\partial b} e_2 + \frac{\partial y}{\partial c}\frac{\partial z}{\partial c} e_3 + \left(\frac{\partial y}{\partial b}\frac{\partial z}{\partial c} + \frac{\partial y}{\partial c}\frac{\partial z}{\partial b}\right) g_1 \\ \qquad + \left(\frac{\partial y}{\partial c}\frac{\partial z}{\partial a} + \frac{\partial y}{\partial a}\frac{\partial z}{\partial c}\right) g_2 + \left(\frac{\partial y}{\partial a}\frac{\partial z}{\partial b} + \frac{\partial y}{\partial b}\frac{\partial z}{\partial a}\right) g_3 \end{cases}$$

et quatre égalités analogues définissant a_y, a_z, b_y, b_z.

» La quantité de chaleur dégagée, en une modification réelle ou virtuelle, par l'élément de masse dm sera

$$(7) \quad \begin{cases} dQ = -\Big[c\,\delta T + \left(a_x + \frac{\nu_x}{E\rho}\right)\frac{\partial\,\delta\xi}{\partial x} + \left(a_y + \frac{\nu_y}{E\rho}\right)\frac{\partial\,\delta\eta}{\partial y} + \left(a_z + \frac{\nu_z}{E\rho}\right)\frac{\partial\,\delta\zeta}{\partial z} \\ \quad \left(b_x + \frac{\tau_x}{E\rho}\right)\left(\frac{\partial\,\delta\zeta}{\partial y} + \frac{\partial\,\delta\eta}{\partial z}\right) + \left(b_y + \frac{\tau_y}{E\rho}\right)\left(\frac{\partial\,\delta\xi}{\partial z} + \frac{\partial\,\delta\zeta}{\partial x}\right) + \left(b_z + \frac{\tau_z}{E\rho}\right)\left(\frac{\partial\,\delta\eta}{\partial x} + \frac{\partial\,\delta\xi}{\partial y}\right)\Big] dm. \end{cases}$$

» D'autre part, soient, en un point du milieu, k_1, k_2, k_3 les coefficients de conductibilité suivant les trois axes principaux de dilatation 1, 2, 3; si le milieu est vitreux, il existe une fonction $k(T, \sigma, \sigma', \sigma'')$ telle que

$$k(T, \sigma, \sigma', \sigma'') = k(T, \sigma, \sigma'', \sigma')$$

et que

$$k(T, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3) = k_1, \qquad k(T, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_1) = k_2, \qquad k(T, \sigma_3, \sigma_1, \sigma_2) = k_3.$$

» Posons

$$(8) \quad \begin{cases} K_x = k_1 \mathfrak{X}_1^2 + k_2 \mathfrak{X}_2^2 + k_3 \mathfrak{X}_3^2, \\ C_x = k_1 \mathfrak{Y}_1 \mathfrak{Z}_1 + k_2 \mathfrak{Y}_2 \mathfrak{Z}_2 + k_3 \mathfrak{Y}_3 \mathfrak{Z}_3, \end{cases}$$

et définissons K_y, K_z, C_y, C_z par des égalités analogues. Si $d\Sigma$ est un élément superficiel dont la normale n fait les angles α, β, γ avec Ox, Oy, Oz, dans le temps dt et dans le sens de la normale n, cet élément laisse passer une quantité de chaleur

$$(10)\quad \left\{ \begin{aligned} q = \Big[& \left(K_x \frac{\partial T}{\partial x} + C_z \frac{\partial T}{\partial y} + C_y \frac{\partial T}{\partial z}\right)\alpha + \left(C_z \frac{\partial T}{\partial x} + K_y \frac{\partial T}{\partial y} + C_x \frac{\partial T}{\partial z}\right)\beta \\ & + \left(C_y \frac{\partial T}{\partial x} + C_x \frac{\partial T}{\partial y} + K_z \frac{\partial T}{\partial z}\right)\gamma\Big] d\Sigma\, dt. \end{aligned} \right.$$

» Si l'on pose, en la déformation réelle que le milieu éprouve dans le temps dt,

$$\delta\xi = \xi'\, dt, \qquad \delta\eta = \eta'\, dt, \qquad \delta\zeta = \zeta'\, dt,$$

on aura, en tout point du milieu déformé,

$$(11)\quad \left\{ \begin{aligned} & \rho c\left(\frac{\partial T}{\partial x}\xi' + \frac{\partial T}{\partial y}\eta' + \frac{\partial T}{\partial z}\zeta' + \frac{\partial T}{\partial t}\right) \\ & + \left(\rho a_x + \frac{\nu_x}{E}\right)\frac{\partial \xi'}{\partial x} + \left(\rho a_y + \frac{\nu_y}{E}\right)\frac{\partial \eta'}{\partial y} + \left(\rho a_z + \frac{\nu_z}{E}\right)\frac{\partial \zeta'}{\partial z} \\ & + \left(\rho b_x + \frac{\tau_x}{E}\right)\left(\frac{\partial \zeta'}{\partial y} + \frac{\partial \eta'}{\partial z}\right) + \left(\rho b_y + \frac{\tau_y}{E}\right)\left(\frac{\partial \xi'}{\partial z} + \frac{\partial \zeta'}{\partial x}\right) \\ & + \left(\rho b_z + \frac{\tau_z}{E}\right)\left(\frac{\partial \eta'}{\partial x} + \frac{\partial \xi'}{\partial y}\right) \\ & - \frac{\partial}{\partial x}\left(K_x \frac{\partial T}{\partial x} + C_z \frac{\partial T}{\partial y} + C_y \frac{\partial T}{\partial z}\right) \\ & - \frac{\partial}{\partial y}\left(C_z \frac{\partial T}{\partial x} + K_y \frac{\partial T}{\partial y} + C_x \frac{\partial T}{\partial z}\right) \\ & - \frac{\partial}{\partial z}\left(C_y \frac{\partial T}{\partial x} + C_x \frac{\partial T}{\partial y} + K_z \frac{\partial T}{\partial z}\right) = 0. \end{aligned} \right.$$

» C'est la relation supplémentaire que nous nous proposions d'établir. »

M. **Alfred Picard**, en présentant à l'Académie le Tome Ier de son Rapport sur l'Exposition Universelle de 1900, s'exprime comme il suit :

« Ce Rapport comprendra neuf Volumes, dont un de documents annexes et un de plans.

» Le premier Volume est, pour la plus large part, consacré aux préliminaires de l'Exposition, c'est-à-dire à l'organisation d'ensemble, à la classification, au règlement général, à l'avant-projet, à la combinaison financière et à la loi du 13 juin 1896. Cependant les questions techniques y sont

abordées, et quelques chapitres méritent d'être signalés à la bienveillante attention de l'Académie.

» Il y a lieu de mentionner tout d'abord des généralités sur l'emploi du métal dans les constructions de l'Exposition. Jusqu'alors, en pareille circonstance, les métaux mis en œuvre étaient presque exclusivement la fonte et le fer laminé. Cette fois, ils ont été remplacés par l'acier. Le poids du métal, pour les seuls édifices élevés par l'État, a atteint près de 50 000^t.

» Ce sont ensuite des indications détaillées et d'utiles observations au sujet du ciment armé, dont M. Considère, inspecteur général des Ponts et Chaussées, a entretenu à diverses reprises l'Académie. Sans professer alors une foi robuste dans le ciment armé, qui offre sans doute de précieuses qualités, mais qui reste frappé d'un vice originel, son défaut d'homogénéité, j'y ai vu une nouveauté trop importante pour ne pas lui réserver une large place. Diverses considérations m'ont, d'ailleurs, conduit à en autoriser d'amples usages : grâce à sa souplesse, il fournissait un support commode aux formes architecturales les plus complexes; il se substituait avantageusement aux charpentes métalliques, à une époque où nos aciéries étaient débordées par les commandes; enfin il donnait des garanties contre l'incendie. Des épreuves nombreuses de résistance ont été effectuées, soit dans la période de construction, soit dans la période de démolition. Le fait saillant qui s'en dégage est l'extrême raideur élastique du ciment armé : au choc, les déformations des planchers établis avec cette matière sont six fois moindres que celles des planchers équivalents en fer. Son succès demeure toutefois subordonné à trois conditions essentielles : distribution judicieuse du métal dans le béton; emploi de matériaux d'une qualité irréprochable; soins minutieux dans la confection. Des essais de résistance doivent être considérés comme indispensables avant la mise en service des ouvrages. Le ciment armé se recommande surtout pour les intérieurs; car, à l'extérieur, il risque de se désagréger sous l'influence prolongée des variations de température et des alternatives de sécheresse ou d'humidité.

» Le pont Alexandre III fait également l'objet d'un long chapitre. Ce pont, sinon l'un des plus grands, du moins l'un des plus hardis du monde, fait honneur aux ingénieurs qui l'ont construit, MM. Résal et Alby, et aux architectes qui l'ont décoré, MM. Cassien-Bernard et Cousin. Ses arcs, à trois articulations, sont en acier moulé. Depuis longtemps déjà, l'acier moulé était d'un usage courant dans les travaux de l'artillerie et de la marine; pourtant, les services civils n'avaient pas encore osé y recourir : des mécomptes survenus à l'origine de la fabrication en France pesaient sur

l'esprit des constructeurs et maintenaient une certaine méfiance, malgré les exemples de l'Allemagne. Au surplus, les difficultés du moulage sont incontestables : le point de fusion de l'acier varie de 1 350° à 1 380° et le retrait linéaire de 0,014 à 0,020; il faut des moules extrêmement réfractaires et combinés de manière à n'apporter aucune entrave au retrait. Il est nécessaire aussi de combattre la formation des soufflures, en alimentant la masse pendant la solidification par des masselottes d'un fort volume. Un danger sérieux réside dans les cristallisations et dans l'inégalité de résistance des pièces : on y pourvoit par le recuit jusqu'à une température voisine de 1 000° et par le refroidissement dans des conditions déterminées. En fait, les cinq usines de Châtillon et Commentry, de Firminy, du Creusot, de Saint-Étienne et de Saint-Chamond ont livré d'excellent métal, comportant un coefficient pratique de travail à la compression supérieur au double du coefficient de la fonte et présentant une résistance au choc sept fois plus forte.

» A propos du pont Alexandre III, il ne sera pas sans intérêt de dire un mot de ses fondations à l'air comprimé au point de vue médical. Les ouvriers employés aux travaux de cette nature sont exposés à des accidents, parfois très graves, si leur passage de la pression atmosphérique à la pression surélevée et, davantage encore, leur retour à la pression normale s'opèrent trop brusquement. Au moment de la compression, la quantité d'oxygène en dissolution dans le sang augmente. Quand la décompression est trop rapide, l'oxygène en excès se dégage sous forme de chapelets de bulles qui provoquent des embolies dans les poumons et dans les tissus, d'où l'asphyxie et des hémorragies pulmonaires, méningées, intestinales et même interstitielles. Le péril menace principalement les nerveux, les tuberculeux, les cardiaques. Tout le personnel occupé aux fondations du pont Alexandre III a été préalablement soumis à un examen attentif du service médical, qui éliminait avec rigueur les sujets douteux. Aussi n'est-il survenu qu'un nombre minime d'accidents d'ordre absolument secondaire, sans aucune hémorragie, sans aucune perforation du tympan. J'ajoute que la sobriété est un des meilleurs éléments de sécurité : les hommes du Midi, qui boivent peu ou point d'alcool, courent en général moins de risques.

» Avant de quitter le pont Alexandre III, l'Académie me permettra de rappeler que, si cet ouvrage est né d'hier, il a eu des ancêtres, au moins sur le papier : dès 1810, Napoléon Ier avait été saisi d'un projet de passerelle métallique en arc franchissant le fleuve sans appui intermédiaire dans l'axe de l'Esplanade des Invalides.

» Je termine par une simple référence au chapitre des passerelles sur la

Seine et, en particulier, de la passerelle du bassin Alma-Iéna, dont le grand arc central et les deux arcs latéraux équilibrent leurs poussées sur les articulations des piles. Il y a là un dispositif remarquable, pour l'invention duquel MM. les ingénieurs Résal et Alby se sont rencontrés avec notre éminent Confrère, M. Maurice Lévy. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Lechartier,* Correspondant pour la Section d'Économie rurale, décédé à Rennes, le 5 février 1903.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières d'ordre infini et les équations différentielles.* Note de M. **Edm. Maillet**, présentée par M. Jordan.

« M. Boutroux a indiqué [1] une classification des fonctions entières d'ordre infini basée sur le mode de croissance des racines de ces fonctions. Nous nous occupons ici des mêmes fonctions en laissant de côté avec M. Boutroux les fonctions d'ordre transfini.

» Soient

$$f(x) = \sum_{0}^{\infty} a_m x^m \tag{1}$$

une fonction entière, M_r le maximum du module de $f(x)$ pour $|x| = r$. Si, pour une infinité de valeurs de r indéfiniment croissantes, on a [2]

$$e_k(r^{\rho-\varepsilon}) \leqq M_r,$$

dès que x est assez grand (ε limité aussi petit qu'on veut, mais fini) et quel que soit x ($|x| > \xi$, ξ limité),

$$M \leqq e_k(r^{\rho+\varepsilon}),$$

nous dirons que $f(x)$ est d'ordre (k, ρ).

---

(1) *Comptes rendus,* 3 mars 1902.

(2) Nous posons

$$e_1(x) = e^x, \qquad e_2(x) = e^{e^x}, \qquad \ldots;$$

$$\log e_1(x) = x, \qquad \log_2 e_2(x) = \log\log e_2(x) = x, \qquad \ldots, \qquad \log_k e_k(x) = x;$$

$$\log_{k-i} e_k(x) = e_i(x), \quad \text{quand } k > i; \qquad \log_{k+i} e_k(x) = \log_i x.$$

» Lorsque $k = 0$ on retrouve les fonctions d'ordre fini. Dans le cas où les deux inégalités ci-dessus doivent être remplacées, la première par

$$e_{k-1}(r^{\rho-\varepsilon}) \leqq M_r,$$

quel que soit le nombre ρ fini pour une infinité de valeurs de r indéfiniment croissantes, la deuxième par

$$M_r \leqq e_k(r^{\varepsilon}),$$

la fonction sera d'ordre $(k, 0)$. Pour $k = 0$ on retrouve les fonctions quasi algébriques ou les fonctions d'ordre o.

» Enfin, dans le cas où l'on ne peut trouver de valeurs de k et ρ telles que $M_r \leqq e_k(r^{\rho+\varepsilon})$ dès que $r > \xi$, la fonction sera dite d'*ordre transfini*. Nous n'étudions pas ici de pareilles fonctions.

» Nous avons pu étendre aux fonctions d'ordre infini certains résultats obtenus par nous pour les fonctions d'ordre fini.

» I. Si, dans la série (1), quand $m > \mu$ (μ fini) les termes sont tels que

$$|a_m| \leqq \frac{1}{(\log_k m)^{\left(\frac{1}{\rho}+\varepsilon\right)m}},$$

on a

$$|\operatorname{mod} f(x)| \leqq e_{k+1}(r^{\rho+\varepsilon_2})$$

dès que r dépasse une certaine limite finie ξ, ε_2 étant une quantité finie, positive, que l'on peut prendre aussi petite qu'on veut pourvu que μ et ξ soient convenablement choisis.

» S'il y a de plus dans la série (1) une infinité de valeurs de m telles que

$$(3) \qquad |a_m| \geqq \frac{1}{(\log_k m)^{\left(\frac{1}{\rho}-\varepsilon\right)m}},$$

il y a une infinité de valeurs de r telles que

$$\max.\operatorname{mod} f(x) \geqq e_{k+1}(r^{\rho-\varepsilon_2});$$

$f(x)$ est alors d'ordre (k, ρ).

» $f(x)$ étant d'ordre (k, ρ), si, pour toute valeur de $r > \xi$,

$$\max.\operatorname{mod} f(x) \geqq e_{k+1}(r^{\rho-\varepsilon_2}),$$

on dira que $f(x)$ est à *croissance régulière*. Dans le cas contraire, c'est-à-dire si cette inégalité est en défaut pour une infinité de valeurs de r indéfiniment croissantes, la fonction sera dite à *croissance irrégulière*.

II. Si θ est un nombre positif qui croît moins vite avec m que

$$m(\log_{k+1} m)^{1-\beta} - m$$

(β positif aussi petit qu'on veut, mais fini) et si, sur θ coefficients à partir de a_m, il y en a toujours un tel que (3), dès que m dépasse une certaine limite, (1) est à croissance régulière.

» Ces propriétés restent exactes pour les fonctions d'ordre $(k, 0)$ moyennant de légères modifications.

» III. Tout ce qui précède s'étend de suite aux fonctions quasi-entières et monodromes d'ordre non transfini aux environs d'un point critique isolé.

» IV. Les solutions monodromes des équations différentielles linéaires, dont les coefficients sont des polynomes, ou même les intégrales de ces équations qui, par rotation autour d'un point critique, sont multipliées par un facteur constant sont à croissance régulière aux environs de ce point, si elles n'y sont pas d'ordre transfini.

V. Il en est de même des fonctions de la forme $P\left(\frac{1}{x}\right) + \sum_0^\infty \theta_n x^n$ ou $P(x) + \sum_0^\infty \frac{\theta_n}{x^n}$, où $P(x)$ est un polynome et $\sum_0^\infty \theta_n x^n$ une fonction entière, quand elles satisfont à une équation différentielle rationnelle

$$F = \sum A y^{i_0} y'^{i_1} \ldots y^{(k)i_k} = 0$$

(A polynome) ne renfermant qu'un seul terme en $y, y', \ldots,$ ou $y^{(k)}$.

» VI. Si l'équation $F = 0$ ci-dessus est de la forme

$$A y^{(k)} = \Phi(y^{(k-1)}, \ldots, y, x),$$

Φ étant un polynome en $x, y, \ldots, y^{(k-1)}$, A un polynome en x, elle ne peut admettre une solution de la forme $\frac{d^i}{dx^i}\left(\frac{\zeta'}{\zeta}\right)$, ζ étant une fonction entière d'ordre non transfini, que si ζ a sa croissance régulière.

« C'est en particulier le cas de l'équation $y'' = by^2 + x$ de M. Painlevé (1).

(1) Comp. BOUTROUX, *Comptes rendus*, 13 janvier 1902.

» VII. L'équation différentielle

$$\frac{d^k y}{dx^k} + A_1 \frac{d^{k-1} y}{dx^{k-1}} + \ldots + A_{k+1} = 0$$

($A_1, \ldots, A_{k+1}$ polynomes) a pour intégrale générale une fonction entière d'ordre fini et à croissance régulière.

» VIII. L'équation différentielle $\frac{d^k y}{dx^k} - \varpi x^q y = 0$ (ϖ const., q entier positif ou négatif, $k+q > 0$) admet comme intégrales une ou des fonctions entières d'ordre fini $\frac{k+q}{k}$ et à croissance régulière : cet ordre peut donc être un nombre rationnel quelconque. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les opérations fonctionnelles.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Jordan.

« Les opérations fonctionnelles linéaires, c'est-à-dire les lois suivant lesquelles on peut, à toute fonction $f(x)$ définie dans un intervalle $a < x < b$, faire correspondre un nombre U [1], de telle façon qu'on ait (quels que soient les nombres c_1, c_2 et les fonctions f_1, f_2)

$$U(c_1 f_1 + c_2 f_2) = c_1 U(f_1) + c_2 U(f_2)$$

ont été étudiées principalement par MM. Volterra, Pincherle, Bourlet.

» Ces savants ont été conduits à exprimer les opérations en question par des séries de la forme

$$(1) \qquad U = a_0 f(x_0) + a_1 f'(x_0) + \ldots + \frac{a_p}{p!} f^p(x_0) + \ldots.$$

Un tel développement, dans lequel x_0 est un nombre arbitraire, est, par suite, possible d'une infinité de façons. Il ne saurait être valable (sauf dans des cas exceptionnels) que pour des fonctions analytiques : encore a-t-il,

[1] Je me place ici au point de vue adopté par M. Volterra dans ses études sur les fonctions de lignes, et qui me paraît préférable à celui de MM. Pincherle et Bourlet. C'est, me semble-t-il, introduire un élément parasite dans la question que de considérer U comme une fonction de la même variable x qui figure dans f. Rien n'empêche, lorsqu'on raisonne comme je le fais dans le texte, de faire dépendre U non seulement de la forme de la fonction $f(x)$, mais aussi d'un certain nombre de paramètres, dont l'un sera, le cas échéant, désigné par x, comme la variable qui figure dans f.

en général, un *champ de convergence* limité, même dans ce domaine particulier.

» On peut, comme on sait, arriver à un résultat plus précis en remplaçant $f(x)$ par son expression à l'aide de l'intégrale de Cauchy, ce qui donne

$$U[f(x)] = \frac{1}{2\pi i}\int_C \varphi(z) f(z)\, dz,$$

en désignant par $\varphi(x_0)$ le résultat de l'opération U, appliquée à la fonction $\frac{1}{x_0 - x}$ et désignant par C un contour fermé qui enveloppe le segment de droite ab.

» Moyennant quelques propriétés simples supposées à la fonction $\varphi(z)$, on trouve pour U une somme de termes de la forme

$$(2) \qquad \int_a^b f(x)\psi(x)\, dx$$

et d'expressions analogues à (1), *mais dans lesquelles les coefficients* $a_0, \ldots, a_p$, *ou bien sont en nombre fini, ou bien décroissent comme les coefficients du développement d'une fonction entière.*

» Contrairement à la première, une telle réduction, si elle est possible, ne l'est que d'une seule façon. Elle peut s'appliquer lorsque $f(x)$ n'est pas analytique, mais sans que le raisonnement précédent permette de rien affirmer dans ces conditions.

» Il m'a paru nécessaire de traiter la question en faisant complètement abstraction de l'analyticité de $f(x)$. C'est à quoi l'on arrive facilement en suivant une voie tracée par Weierstrass et Kirchhoff et introduisant une fonction $F(x)$, laquelle n'aura qu'un nombre fini de maxima et de minima et telle que

$$\int_{-\infty}^{+\infty} F(x)\, dx = 1;$$

par exemple, de $F(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-x^2}$.

» Si l'on part alors de l'identité connue

$$(3) \qquad \lim_{\mu = \pm\infty} \mu \int_a^b f(x) F[\mu(x - x_0)]\, dx = f(x_0) \qquad a < x_0 < b,$$

et si l'on suppose (comme l'ont fait les auteurs précédemment cités) que

l'opération U est continue (au sens de M. Bourlet), il suffira de poser

$$U[\mu F \mu(x - x_0)] = \Phi(x_0, \mu)$$

pour montrer que notre opération peut se mettre sous la forme

$$(4) \qquad U[f(x)] = \lim_{\mu=\pm\infty} \int_a^b f(x)\Phi(x, \mu)\,dx.$$

» La condition nécessaire et suffisante pour que U ait la forme (2), $\psi(x)$ étant fini et continu, est que $\Phi(x_0, \mu)$ tende uniformément vers $\psi(x)$, lorsque μ augmente indéfiniment par valeurs positives ou négatives (mais réelles).

» Il est un peu moins aisé d'exprimer que U est de la forme (1) ou est une somme d'expressions (1) et d'expressions (2).

» La méthode s'étend d'elle-même au cas où U dépendrait d'une fonction $f(x, y, \ldots)$ de plusieurs variables.

» On trouverait encore

$$U f(x, y, \ldots) = \lim_{\mu=\infty} \int \cdots \int \int_a^b f(x, y, \ldots)\Phi(x, y, \ldots, \mu)\,dx\,dy \ldots.$$

» Aux expressions analogues à (1) ou à (2) viendraient, bien entendu, se joindre (dans le cas de deux variables par exemple) des intégrales *simples*, prises le long de lignes et portant sur f et ses dérivées. L'étude de telles opérations, au point de vue où nous nous plaçons, conduit à des résultats assez curieux, dans le détail desquels je n'entrerai toutefois pas ici.

» Je terminerai en indiquant un exemple de fonctions de lignes ou de surfaces, dont la variation infinitésimale a la forme (2) dans le premier cas, la forme analogue exprimée par une intégrale double dans le second, et auxquelles s'appliquent par conséquent des raisonnements tout semblables à ceux du calcul des variations, quoiqu'elles soient bien plus générales que celles dont traite ce calcul, même sous la forme étendue que lui a donnée Mayer.

» Considérons une surface fermée S, deux points intérieurs A, B, et soit g_B^A la fonction de Green relative à ces deux points et à cette surface. Quelle sera la variation de g_B^A lorsqu'on déformera infinitésimalement S, sans changer les deux points?

» Si λ est la distance normale de la surface déformée à la surface primi-

tive, on trouve

$$\delta g_{\rm A}^{\rm B} = \frac{1}{4\pi}\int\int_{\rm S} \lambda \frac{dg_{\rm A}^{\rm M}}{dn}\frac{dg_{\rm B}^{\rm M}}{dn} d{\rm S}_{\rm M}.$$

» Il est clair que le résultat serait exprimé par une intégrale simple tout analogue s'il s'agissait du problème de Dirichlet plan.

» Il se présenterait sous une forme plus compliquée si $g_{\rm B}^{\rm A}$ était la fonction de Neumann, relative au problème hydrodynamique. On aurait alors

$$\delta g_{\rm B}^{\rm A} = \int\int_{\rm S} \lambda \left[-\frac{4\pi}{{\rm S}^2} + c(g_{\rm A}^{\rm M} + g_{\rm B}^{\rm M}) + \frac{1}{4\pi}\Delta_1(g_{\rm A}^{\rm M}, g_{\rm B}^{\rm M})\right] d{\rm S}_{\rm M},$$

où c est la courbure moyenne $\frac{1}{\rm R} + \frac{1}{\rm R'}$ et Δ_1 le paramètre différentiel du premier ordre de Beltrami sur S. »

CINÉMATIQUE. — *Sur le théorème analogue à celui de Bobillier, dans le cas du roulement d'une surface sur une surface applicable.* Note de **M. G. Kœnigs.**

« Lorsqu'un trièdre (T) est constitué par la normale IN à une surface S et par les tangentes IL et IM à deux courbes d'un réseau orthogonal tracé sur cette surface, le mouvement de ce trièdre dépend de deux paramètres et tout déplacement infiniment petit résulte de deux rotations infiniment petites autour de deux axes D_1, D_2. Ces axes coupent la normale IN aux centres de courbure principaux O_1, O_2 de la surface S; de plus ils sont situés dans les plans des sections normales principales.

Ceci posé, imaginons une surface S roulant sur une surface S' applicable sur elle : à un réseau orthogonal tracé sur S il correspond un réseau orthogonal tracé sur S', en sorte qu'au cours du roulement, le trièdre T formé par la normale IN et les tangentes IL, IM aux courbes du réseau est le même pour les deux surfaces S et S'. Le mouvement de T par rapport à la surface S donne lieu à deux axes D_1 D_2; le mouvement du même trièdre par rapport à S' donne lieu à deux autres axes, D'_1 D'_2.

» Prenons maintenant deux surfaces A et A', liées la première à la surface S, la seconde à la surface S' et qui restent tangentes au cours du roulement (profils conjugués). Si P est le point actuel de contact de A et de A', la droite IP est la normale commune aux surfaces A et A'. Sur cette normale sont les centres de courbure principaux Ω_1, Ω_2 de la surface A et

les centres de courbure principaux Ω'_1, Ω'_2 de la surface A'. Nous appelons Π_1, Π_2 les plans des sections normales principales dont Ω_1, Ω_2 sont respectivement les centres de courbure et de même Π'_1, Π'_2 les plans principaux relatifs à la surface A', étant entendu que Ω'_1 est le centre de courbure de la section Π'_1 et Ω'_2 celui de la section Π'_2.

J'appellerai Γ le complexe linéaire qui est défini par la condition de contenir les droites D_1, D_2 ainsi que les faisceaux de droites (Ω_1, Π_2), de centre Ω_1 dans le plan Π_2, et (Ω_2, Π_1), de centre Ω_2 dans le plan Π_1. Il y a de même un complexe linéaire Γ' défini par la condition de contenir les droites D'_1, D'_2 ainsi que les faisceaux de droites (Ω'_1, Π'_2) et (Ω'_2, Π'_1). Cela posé on a le théorème suivant :

Le plan Π, *normal en* I *à la normale* IP, *a le même pôle* F *par rapport aux deux complexes linéaires* Γ *et* Γ'.

» Ce théorème, facile à établir par des considérations cinématiques, est tout à fait analogue à celui de Bobillier qui concerne le cas des figures planes. Mais tandis que ce dernier suffit à fournir le centre de courbure des courbes enveloppes, le théorème actuel ne donne qu'une partie des conditions propres à déterminer les éléments de la courbure.

» Dans le cas des surfaces, ces éléments ne se réduisent pas à la question des centres de courbure, il s'y ajoute celle des sections normales principales dont on sait seulement qu'elles sont rectangulaires entre elles.

» Si l'on se donne les surfaces S, S', A on connaît le complexe Γ et, par suite, le pôle F du plan Π. On en conclut que l'on connaît aussi le complexe Γ', qui contient D'_1, D'_2, IP et le faisceau de droites (F, Π). Les points Ω_1, Ω'_2 sont les pôles des plans Π'_2 et Π'_1.

» Ces plans étant rectangulaires, leurs pôles Ω'_1, Ω'_2 sont deux points homologues d'une involution dont les points doubles Φ', Φ'_0 sont les pôles des plans isotropes menés par IP.

» Il faut donc une relation involutive nouvelle pour compléter la détermination. D'autres considérations permettent, en effet, d'établir une autre relation de ce genre.

» Dans le cas où la surface A est une sphère les points Ω_1, Ω_2 coïncident avec le centre Ω de la sphère. Le complexe Γ est alors spécial et sa directrice est la droite qui, issue de Ω, s'appuie sur les droites D_1 et D_2. Si le rayon de la sphère est nul la surface A' est simplement la surface trajectoire du point Ω. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Changements passagers et permanents des aciers au nickel.* Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Les aciers au nickel réversibles subissent, par l'effet des changements de la température et sous l'action du temps, des déformations passagères ou permanentes dont j'ai précédemment indiqué l'allure générale (1). Des recherches nouvelles ont permis de fixer mieux la valeur numérique des changements qui se produisent d'eux-mêmes à la température ambiante, et d'élucider plusieurs faits restés autrefois indécis.

» *Variations de longueur.* — Une barre, d'abord étuvée de 150° à 40°, a été conservée depuis le 31 mars 1897 à la température du laboratoire, et comparée, à intervalles de plus en plus éloignés, à un étalon du Bureau international. Voici les changements, ramenés à un long repos à 15°, observés depuis le mois d'avril 1899 (les changements antérieurs ont été indiqués dans une précédente Note).

Durée du séjour à la température ambiante.	Allongement total depuis l'étuvage.
jours 746	μ 7,5
784	7,5
1097	8,6
1347	10,5
2032	11,5

» Le dernier changement observé n'a été que de 1^{μ} en deux ans environ.

« Ce changement de longueur serait assurément beaucoup trop considérable dans un alliage que l'on destinerait à la confection d'étalons de premier ordre, mais un tel alliage peut convenir à des étalons même très précis, utilisés dans un travail d'une durée limitée (tels les étalons géodésiques), et que l'on peut rapporter de temps en temps à des prototypes.

» Les variations peuvent d'ailleurs être atténuées encore par un étuvage à des températures de quelques degrés seulement supérieures à celles qui se produisent d'ordinaire dans les laboratoires, et dont il convient de prolonger l'action pendant un mois ou six semaines.

» Les échantillons n'ayant subi aucune préparation éprouvent, dans le cours du temps, des variations beaucoup plus considérables (environ 10^{μ} en 300 jours, après le forgeage à chaud, 10^{μ} dans les 600 qui suivent, etc.).

» La stabilité augmente, ainsi que je l'ai déjà indiqué, avec la teneur en nickel,

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIV, 1897, p. 1515, et t. CXXIX, 1899, p. 155.

jusque vers 43 pour 100 environ; une très faible instabilité, de signe contraire, reparaît aux teneurs plus élevées.

» Une règle de 1m d'un alliage à 44,2 pour 100 de nickel, étuvée d'abord pendant 66 heures à 100°, s'est raccourcie de 2μ,6; cinq ans plus tard, on l'a trouvée de 0μ,3 plus courte, qu'après l'étuvage sommaire du début, quantité dont la réalité ne peut pas être affirmée sûrement dans les expériences dont il s'agit ici. Une autre barre, contenant 43,6 pour 100 de nickel, mesurée peu après son forgeage, a été ensuite soumise à un étuvage aussi complet que possible de 100° à 30° d'une durée de 3 mois. Sa longueur a été trouvée de 0μ,7 seulement plus faible que dans les mesures faites immédiatement après le forgeage.

» Les alliages de cette catégorie sont donc bien appropriés à la construction d'étalons desquels une grande permanence est exigée. Leur dilatation est plus faible que celle de tous les métaux usuels.

» *Variations de la dilatation.* — Les expériences destinées à étudier le plus ou moins de permanence de la dilatation des aciers au nickel peu dilatables sont encore peu nombreuses; mais leurs résultats semblent déjà décisifs. En voici un exemple :

» Une tige d'un alliage à 35,7 pour 100 de nickel a été étudiée aussitôt après le forgeage; elle a été ensuite soumise aux mêmes opérations que la barre à 43,6 pour 100 de nickel dont il vient d'être question, puis étudiée à nouveau. Les résultats des deux séries de mesures sont donnés dans le Tableau suivant :

Températures.	Allongements pour 1m à partir de 0° avant l'étuvage.	après l'étuvage.
°	μ	μ
10	9,8	10,2
20	19,3	20,4
30	28,5	30,5

» L'étuvage a produit un changement bien net, mais qui ne dépasse pas $\frac{1}{130}$ de la dilatation du platine.

» Deux autres règles, *partiellement* étuvées, puis étudiées, ont été soumises ensuite à un étuvage complet, suivi d'un repos d'un an pour l'une d'elles et de près de deux ans pour l'autre. Une nouvelle étude a montré que la dilatation semble avoir varié dans le même sens que pour la règle précédente, mais les changements étaient moindres, et dépassaient à peine les limites des erreurs d'observation.

» On peut donc admettre, au moins à titre provisoire, que l'étuvage d'une règle neuve d'un alliage très peu dilatable produit, au début, une faible augmentation de la dilatation, mais que, cette opération étant terminée, la règle conserve sa dilatation dans le cours du temps.

» *Alliages irréversibles.* — Lorsqu'on abaisse la teneur en nickel de manière à atteindre la région des alliages irréversibles, les phénomènes changent complètement, comme je l'ai précédemment indiqué.

» Il était intéressant d'examiner, à ce point de vue, les alliages qui subissent la transformation réversible aux températures ordinaires et la transformation irréversible aux températures très basses, phénomène découvert par M. L. Dumas.

» Deux barres de 1^m, d'un alliage contenant 30,4 pour 100 de nickel, ont été étudiées, l'une avant toute préparation, l'autre après immersion dans l'air liquide, opération pour laquelle M. d'Arsonval a bien voulu me donner l'hospitalité dans son laboratoire et me prêter son bienveillant concours [1].

» La dilatation (moyenne entre $0°$ et θ) de la barre à l'état naturel était représentée par la formule

$$\alpha = (7,301 + 0,02177\,\theta)10^{-6}.$$

» On a trouvé après le refroidissement

$$\alpha = (9,227 + 0,008 94\,\theta)10^{-6}.$$

» On voit que, contrairement à ce qui passe pour les alliages primitivement non magnétiques à la température ordinaire, le coefficient de dilatation, partant de l'anomalie négative, se relève en se redressant de manière à se rapprocher de la valeur normale.

» Je me propose de revenir sur ces dernières constatations, qui nous donneront un moyen d'élucider définitivement certaines questions relatives à la théorie des aciers au nickel. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation de la vitesse moyenne du vent dans la verticale.* Note de M. **Axel Egnell**, présentée par M. Mascart.

« Au cours des calculs que j'ai eu à exécuter sur les mesures de nuages faites à l'Observatoire de Trappes, j'ai été frappé de la régularité de la croissance de la vitesse moyenne du vent dans la verticale. Comme cette série est d'une grande valeur à cause de la précision des méthodes adoptées par M. Teisserenc de Bort, j'ai pensé que ce fait méritait une étude plus

---

[1] La transformation de l'alliage dans l'air liquide a été accompagnée d'un allongement permanent de la barre égal à $3^{mm},97$; en même temps, les surfaces polies sont devenues visiblement mates. Examinées au microscope, elles laissèrent voir des cristallisations très apparentes qui avaient boursouflé la surface de l'alliage.

M. Osmond, à qui j'ai fait part de cette observation, a entrepris l'étude micrographique détaillée de ce singulier phénomène, intimement lié à l'allongement permanent et aux autres transformations constatées dans la barre.

approfondie. Tout d'abord, on voit que la vitesse moyenne du vent augmente brusquement dans les couches basses par rapport à la vitesse du vent au sol. On sait depuis longtemps que cette diminution près du sol est due au frottement et que l'influence de ce phénomène cesse à une hauteur relativement faible; en tout cas elle est très petite déjà à 300^m. Depuis cette hauteur jusqu'à 12000^m au moins, la vitesse du vent paraît obéir à une loi très simple.

» Pour me faire une idée de la quantité d'air déplacée à des hauteurs différentes, j'ai assujetti les vitesses moyennes à une réduction en les multipliant par le rapport entre la densité de l'air à la hauteur correspondante et au sol. Je n'ai pourtant pas tenu compte de la décroissance de température dont les effets sur la décroissance de la pression et sur la densité à une pression donnée tendent à se compenser. Elle n'est d'ailleurs pas connue à toutes les stations où l'on a fait des observations de nuages, de sorte qu'il est impossible de faire un calcul absolument rigoureux. Je me suis donc contenté de calculer, d'après la formule ordinaire, la pression b à toutes les hauteurs en partant d'une pression de 760^{mm} et une température de 0°, et j'ai multiplié ensuite les vitesses par le rapport $\frac{b}{760}$.

» Je donne ici de 1200^m en 1200^m les vitesses réduites pour les deux saisons avril-septembre et octobre-mars, d'après les observations de Trappes.

Hauteur.	0-1^{km},2	1^{km},2-2^{km},4	2^{km},4-3^{km},6	3^{km},6-4^{km},8	4^{km},8-6^{km},0	6^{km},0-7^{km},2	7^{km},2-8^{km},4	8^{km},4-9^{km},6	9^{km},6-10^{km},8	Moy.
Avr.-sept..	7,5	7,5	7,7	8,4	9,1	9,5	8,2	7,1	7,4	8,0
Oct.-mars.	10,2	9,5	9,5	8,5	9,1	11,6	10,0	9,4	»	9,7

» Comme on voit, dans ces deux séries les nombres sont assez concordants et se groupent en tout cas autour d'une moyenne que j'appellerai *le déplacement moyen à 760^{mm}* et qui concorde très exactement avec la vitesse moyenne du vent au sommet de la tour Eiffel.

» J'ai fait une réduction analogue des vitesses données par les observations d'Upsala et de Blue-Hill, également pour les deux saisons, dont voici le résultat :

	Hauteur.	0-2^{km}.	2^{km}-4^{km}.	4^{km}-6^{km}.	6^{km}-8^{km}.	8^{km}-10^{km}.	10^{km}-12^{km}.	Moyenne.
Upsala ...	Avril-sept.	8,2	4,5	6,4	8,5	6,4	»	6,8
» ...	Oct.-mars.	7,9	7,4	10,6	8,6	10,8	»	9,1
Blue-Hill.	Avril-sept.	7,2	7,8	7,7	8,1	9,2	8,6	8,1
» ...	Oct.-mars.	10,6	12,2	13,6	12,9	13,4	12,8	12,6

» On voit qu'à Blue-Hill le phénomène est encore assez net, tandis qu'à Upsala il paraît moins marqué. Cela doit tenir pourtant à ce que les observations ne sont pas assez nombreuses, car pour les moyennes de toute l'année on trouve partout une régularité assez remarquable. Le Tableau ci-après donne ces moyennes pour les stations déjà examinées et en outre pour les séries d'observations faites à Bossekop et à Washington.

Hauteur.	Trappes.	Upsala.	Bossekop.	Blue-Hill.
km km				
0- 2........	8,8	8,0	5,7	8,9
2- 4........	8,3	6,0	5,0	10,0
4- 6........	8,8	8,5	6,7	10,6
6- 8........	10,0	8,6	6,4	10,5
8-10........	8,2	8,6	6,2	11,3
10-12........	»	»	6,2	10,7
Dépl. moyen..	8,8	7,9	6,0	10,3

Hauteur.	Washington.
km km	
0,0- 1,2.....	6,2
1,2- 2,8.....	8,3
2,8- 4,4.....	9,3
4,4- 6,0.....	9,0
6,0- 7,6....	8,7
7,6- 9,2.....	8,9
9,2-10,8.....	7,7
Dépl. moyen..	8,3

» Ces nombres paraissent indiquer ainsi le fait suivant : *La quantité d'air déplacée dans le vent est constante à toutes les hauteurs* depuis 300^m jusqu'à 12000^m. Pour *la vitesse moyenne du vent* on trouve donc cette loi très simple qu'elle *varie en raison inverse de la densité de l'air.*

» Pour avoir une idée assez exacte de la vitesse moyenne du vent jusqu'à 12000^m de hauteur, il suffirait donc de connaître le déplacement moyen à 760^{mm}. Ce nombre paraît être caractéristique pour chaque station. On voit que pour les stations européennes il est le plus petit à Bossekop, augmente un peu à Upsala et a sa plus grande valeur à Trappes. Il serait très intéressant de connaître le déplacement moyen en plusieurs endroits afin d'étudier comment il varie avec les éléments météorologiques. Pour cela il faudrait avoir un cerf-volant ou mieux un ballon cerf-volant maintenant un anémomètre à 300^m de hauteur. Partant de la vitesse donnée pour la tour Eiffel, j'ai calculé de 400^m en 400^m quelle devrait être la vitesse à toutes les hauteurs depuis 600^m jusqu'à 5000^m. Voici la série obtenue comparée avec celle que donnent les observations :

Hauteur.	600^m.	1000^m.	1400^m.	1800^m.	2200^m.	2600^m.	3000^m.	3400^m.	3800^m.	4200^m.	4600^m.	5000^m.
Vitesse calculée...	8,4	8,9	9,3	9,8	10,3	10,8	11,4	12,0	12,6	13,2	13,9	14,6
Vitesse observée..	8,1	8,0	9,1	9,3	9,9	10,6	11,8	12,3	13,1	15,0	14,6	14,6

» On voit que la différence entre la valeur calculée et la valeur observée est très petite; elle ne dépasse qu'une fois 1^m et c'est à une hauteur où il n'y a que 17 observations. L'approximation que l'on peut obtenir ainsi en calculant la vitesse d'après le déplacement moyen observé à une hauteur suffisante est donc très grande.

» Enfin pour toutes les études concernant la vitesse du vent à des hauteurs différentes, par exemple dans les cyclones et les anticyclones, il serait avantageux de réduire la vitesse observée de la façon que je viens d'indiquer. On verrait ainsi non seulement si la vitesse est plus grande ou

plus petite que la moyenne, mais encore si l'augmentation est plus rapide ou plus lente que l'indique la loi, qui servirait ainsi d'étalon.

» Il est probable que dans certaines régions de la Terre la distribution de la vitesse du vent dans la hauteur est différente de celle qui se retrouve aux stations appartenant à la zone tempérée. En effet, les séries que j'ai calculées d'après les observations de Manille donnent des vitesses réduites qui vont en diminuant, comme on peut le constater par le Tableau suivant :

Hauteur.	0km-2km.	2km-4km.	4km-6km.	6km-8km.	8km-10km.	10km-12km.	12km-14km.	Moyenne.
Avril-sept.....	7,8	4,9	4,7	3,7	3,5	3,3	2,9	4,4
Oct.-mars.....	5,4	5,2	2,7	3,1	5,3	3,4	2,2	3,9

» Spécialement dans la saison avril-septembre, où les observations sont relativement nombreuses, on voit que la vitesse réduite diminue, d'abord brusquement, puis très régulièrement depuis 2^{km} jusqu'à 14^{km}. Il faudrait rechercher si ce phénomène est commun à toute la zone équatoriale et à quelle latitude commence à se vérifier la loi que je viens d'exposer. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un appareil à effet magnétique propre à servir de détecteur d'ondes électriques.* Note de M. **C. Tissot**, présentée par M. Lippmann.

« Dans de récentes expériences, M. Marconi s'est servi d'un détecteur d'ondes fondé sur un principe tout différent de celui sur lequel reposent les cohéreurs. Le phénomène utilisé se rapproche de ceux qui ont été signalés autrefois par lord Rayleigh et étudiés plus récemment par Rutherford ([1]) et miss Brooks ([2]). Ils ont trait à la désaimantation permanente qui se produit dans les noyaux d'acier aimantés à saturation, sous l'action de courants de haute fréquence ou d'ondes électriques. Rutherford avait imaginé un dispositif permettant d'utiliser le phénomène pour déceler les ondes à distance, et qui était constitué en principe par une aiguille d'acier aimantée à saturation, placée dans une bobine intercalée sur le trajet de l'onde.

» Les modifications de l'état magnétique du noyau étaient traduites par un magnétomètre.

» Sur les conseils de M. Brillouin, nous avions réalisé un dispositif ana-

([1]) *Philosophical Transactions,* 1897.
([2]) *Philosophical Magazine,* 1901.

logue, en utilisant comme magnétomètre un équipage de galvanomètre Thomson à long fil. Cet appareil permettait d'enregistrer l'effet des ondes à une distance de 4^{km}.

» L'objet de nos recherches n'était pas de réaliser un appareil détecteur susceptible de pouvoir être substitué au cohéreur dans les applications à la télégraphie sans fil. Nous nous proposions d'étudier le phénomène qui se passe dans l'antenne réceptrice. A cet effet, nous voulions substituer au cohéreur, qui est un instrument très sensible, mais qui ne fournit que des indications d'interprétation difficile, des détecteurs moins sensibles capables de donner des indications plus nettes. En même temps que du dispositif de Rutherford, nous nous servions d'un appareil propre à enregistrer l'effet thermique des ondes.

» Cet appareil était un bolomètre, disposé d'une manière analogue à l'appareil bien connu de Rubens, mais sa sensibilité était suffisante pour pouvoir non seulement déceler, mais même mesurer la portion d'énergie reçue à 4^{km} de distance.

» Ce bolomètre était constitué en principe par deux fils de platine *pur* de 20^{μ} de diamètre intercalés dans les branches d'un pont. Le galvanomètre était un Thomson du type Broca-Carpentier qui, pour une résistance de bobines de 35 ohms et une durée d'oscillations de 5 secondes, présentait une sensibilité de 2000 mégohms.

» L'appareil thermique nous donnait la quantité $\int i^2\,dt$ étendue à la durée totale du courant induit dans l'antenne réceptrice.

» Mais l'appareil magnétique fournissait une indication différente.

» La comparaison des observations des deux appareils pouvait permettre d'étudier la marche du phénomène dans différentes conditions de transmission.

» Nous reviendrons ultérieurement sur la description et l'interprétation de ces expériences (¹).

» Ce qui nous amène à en parler, c'est que le dispositif imaginé par M. Marconi paraît être une modification heureuse de celui de Rutherford.

» M. Marconi a remplacé le magnétomètre par un téléphone, pour déceler les changements d'état magnétique du noyau qui porte alors deux enroulements. Il a reconnu de plus un fait remarquable : c'est que, si le noyau se trouve placé dans un champ magnétique variable, il se produit un changement brusque et *temporaire* dans la valeur de l'induction du

(¹) Ces expériences ont été exécutées en septembre 1902.

noyau, au moment où il se trouve soumis à l'action d'une onde électrique ([1]).

» Selon M. Marconi, le phénomène serait dû à une brusque diminution du retard *dans le temps* lorsque se produit l'action de l'onde. Les expériences que nous avons faites nous portent à penser que ce n'est pas le *traînage magnétique* qui intervient dans le phénomène, mais bien l'*hystérésis* proprement dite, c'est-à-dire le retard sur la courbe d'aimantation.

» Le phénomène paraît, en effet, sensiblement indépendant de la vitesse de variation du champ ([2]) et se produit beaucoup mieux avec l'acier qu'avec le fer doux.

» Les noyaux qui semblent donner les meilleurs résultats sont ceux pour lesquels le cycle d'aimantation embrasse une grande surface.

» On constate aussi très nettement que l'effet est beaucoup plus intense lorsque les pôles de l'aimant mobile s'approchent des extrémités du noyau que lorsqu'ils s'en éloignent, de sorte qu'il ne se produit pas de la même manière sur les deux branches de la courbe d'aimantation.

» Quelle que soit l'explication adoptée, il est certain que le dispositif paraît susceptible d'acquérir une sensibilité comparable à celle des cohéreurs.

» Nous l'avons réalisé de deux manières différentes.

» Dans l'une de ces formes, le noyau est fixe et constitué par un paquet de lames minces. Il porte un enroulement de 50 à 60 tours de fil fin en une seule couche. Une petite bobine du même fil et comprenant quelques centaines de tours est disposée au centre du premier enroulement et reliée au téléphone.

» Le champ variable est produit par la rotation d'un aimant ou, mieux, d'un électro en forme de C qui embrasse le noyau.

» Au lieu d'utiliser l'*hystérésis alternative*, on peut aussi mettre en jeu l'*hystérésis tournante*.

» C'est ce que nous avons fait dans l'autre forme, où le dispositif affecte l'aspect d'un anneau Gramme, constitué par une bague d'acier mobile entre les pôles d'un électro.

» Les enroulements sont entraînés avec l'anneau et l'axe de rotation est muni de quatre bagues sur lesquelles frottent des lames fixes, respectivement reliées à l'antenne, à la terre et au téléphone récepteur.

» Les appareils n'ont encore été essayés qu'à des distances modérées (25 à 30 milles), mais il nous ont permis de recevoir très nettement les

---

([1]) Note de M. Marconi à la *Société Royale de Londres*, 12 juin 1902.

([2]) L'effet semble cependant un peu plus marqué pour de faibles vitesses.

signaux émis en ne faisant usage, à la transmission, que d'une énergie réduite. »

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la disparition de la radioactivité induite par le radium sur les corps solides.* Note de MM. **P. Curie** et **J. Danne**, présentée par M. A. Potier.

« Les corps solides soumis à l'émanation du radium, dans une enceinte close, s'activent tous de la même façon. Retirés de l'enceinte et soustraits ainsi à l'action de l'émanation, ils se désactivent suivant une loi relativement rapide qui fait l'objet de la présente Note.

» La loi de disparition de l'activité rayonnante est la même, quelle que soit la durée du séjour du corps dans l'enceinte, pourvu que ce séjour ait été suffisamment prolongé (durées d'activation supérieures à 24 heures). En général, la nature des corps n'intervient pas, et, placés dans les mêmes conditions, les corps s'activent et se désactivent tous de la même façon.

» La loi de désactivation est représentée par la courbe (1) (traits épais) des figures 1 et 2. Le temps compté à partir du moment où l'on retire la lame de l'enceinte est porté en abscisses et le logarithme de l'intensité du rayonnement en ordonnées. On voit que la courbe représentative du phénomène devient sensiblement une droite après 2 heures 30 minutes de désactivation. A partir de ce moment l'intensité I du rayonnement décroît donc en fonction du temps suivant une loi exponentielle de la forme $I = I_0 e^{-\frac{t}{\theta_1}}$ avec $\theta_1 = 2400$ secondes. *L'activité diminue de moitié en 28 minutes.* Nous considérons cette loi de diminution de l'activité comme caractéristique de la forme sous laquelle l'énergie radioactive est emmagasinée à la surface des corps solides.

» L'intensité du rayonnement à un moment quelconque est représentée par la différence de deux exponentielles

$$I = I_0 \left[a e^{-\frac{t}{\theta_1}} - (a - 1) e^{-\frac{t}{\theta_2}} \right],$$

I_0 étant l'intensité initiale, $\theta_1 = 2420$ secondes étant la constante de temps précédemment citée, $\theta_2 = 1860$ secondes une nouvelle constante de temps. Le coefficient numérique $a = 4,20$.

» L'énergie radioactive disparaît donc beaucoup plus rapidement lorsqu'elle est sous la forme où elle se trouve sur un corps solide activé

que lorsqu'elle est sous la forme d'émanation. Elle diminue en effet, dans ce dernier cas, de moitié en 4 jours.

» Lorsque la durée d'activation est inférieure à 24 heures, la loi de désactivation pendant les premières heures est fortement altérée; on a indiqué (*fig.* 1) les courbes représentatives de désactivation. Les temps de séjour dans l'enceinte activante sont inscrits sur chaque courbe ([1]).

» Pour une activation ayant duré 5 minutes, par exemple, l'intensité du

Fig. 1.

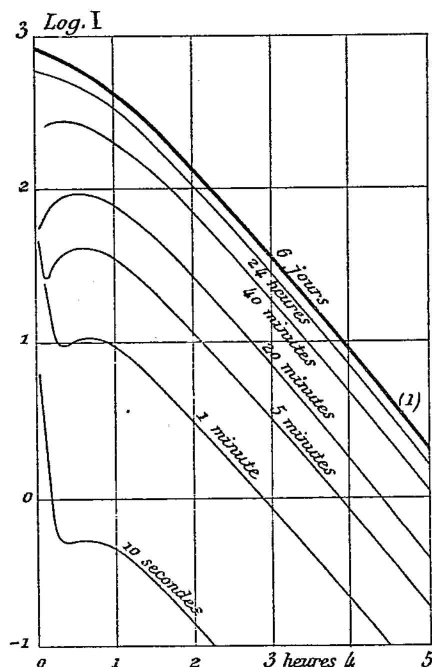
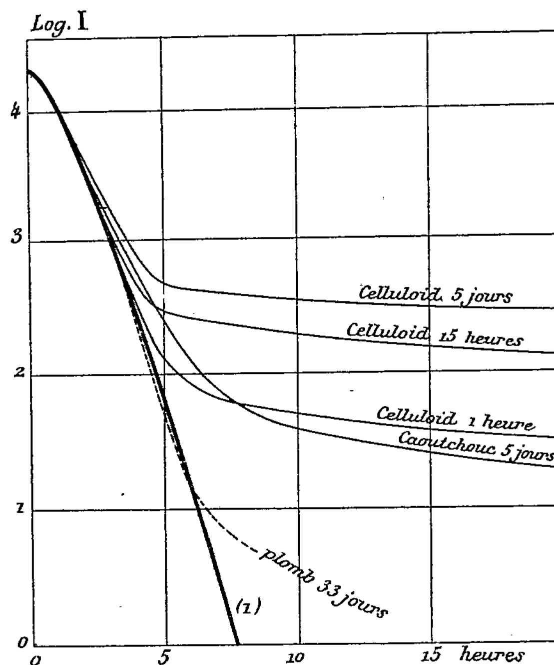


Fig. 2.



rayonnement, après une baisse brusque, passe par un minimum ($t = 8$ min.), croît ensuite jusqu'à un maximum ($t = 40$ min.), puis décroît ensuite régulièrement. On voit, sur la figure, la manière dont se transforme la loi de désactivation en fonction du temps d'activation. Dans tous les cas, la loi de désactivation devient finalement, au bout de 2 heures 30 minutes, la loi exponentielle ordinaire avec baisse de moitié en 28 minutes. La courbe (1), qui représente la loi de désactivation après un temps long d'exposition à l'émanation, est la courbe normale limite.

---

(1) M. Rutherford (*Physikal. Zeitsch.*, 15 mars 1902) a déjà signalé les anomalies du début de la courbe de désactivation.

» Si l'on active un corps solide en le mettant *brusquement* au contact de l'émanation du radium, son rayonnement I s'établit peu à peu et tend vers une valeur limite I_1. La courbe $\text{Log}(I_1 - I)$ en fonction du temps est alors identique à la courbe (1). *Ainsi, que la lame s'active ou se désactive, le rayonnement tend vers sa valeur limite suivant la même loi.* Les corps activés, lorsqu'on les sort d'une enceinte activante, ont la propriété d'émettre eux-mêmes, pendant quelque temps, de l'émanation radioactive capable d'activer d'autres corps mis dans leur voisinage. Cette propriété se perd assez rapidement et ne se manifeste plus au bout de 1 heure ou 2 heures, alors que l'activité des lames est encore très forte. Ce phénomène ne semble donc pas jouer le rôle principal dans la désactivation des lames. Peut-être est-ce dans la présence et dans la transformation d'une certaine quantité d'émanation qu'il faut rechercher l'explication des singularités des courbes au début de la désactivation.

» Nous avons vu qu'en général la loi de désactivation ne dépend pas de la nature des corps activés : l'aluminium, le cuivre, le plomb, le bismuth, le platine, l'argent, le verre, l'alun, la paraffine se comportent de même. Cependant, pour certains corps qui ont subi une activation longue, la loi exponentielle finale de désactivation ne s'applique plus. Après quelques heures, l'activité ne décroît plus que fort lentement et demande quelquefois plusieurs jours pour diminuer de moitié. Le phénomène est extrêmement manifeste avec le celluloïd et le caoutchouc. La paraffine et la cire le présentent à un degré moindre; il se fait déjà sentir avec l'alun et le plomb. On voit (*fig.* 2) comment les courbes s'écartent de la courbe de désactivation normale (dans la construction de ces courbes, et pour les rendre comparables, on a supposé que l'intensité du rayonnement était la même au bout d'une heure de désactivation). Le celluloïd a, de plus, la propriété d'émettre de l'émanation pendant plusieurs jours; cependant, il finit par se désactiver complètement. »

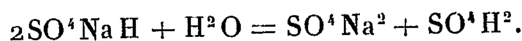
CHIMIE. — *Sur le déplacement, par l'eau, de l'acide sulfurique des bisulfates alcalins.* Note de M. ALBERT COLSON.

« La température à laquelle la dilution d'un corps se fait sans variation de chaleur (point mort de dilution) permet de constater si une addition d'eau à un sel dissous provoque des changements chimiques. Considérons les Tableaux A et A_1, B et B_1 relatifs à des dissolutions de sulfates acides à

divers taux : A renferme 142^g de sulfate neutre sodique (SO^4Na^2) dissous dans 1^l d'une solution aqueuse d'acide sulfurique à 98^g par litre; A_1 est le mélange de la solution précédente avec son volume d'eau. De même, B est une dissolution formée de 1 partie de bisulfate potassique SO^4KH et de 4 parties d'eau; B_1 résulte du mélange à volumes égaux d'eau et de solution B.

A.		A_1.		B.		B_1.	
Température t.	Abaissement.	Température t.	Abaissement.	Température t.	Abaissement.	Température t.	Abaissement.
9°....	−0,08	6°....	−0,01	8°,30..	−0,03	6°,9...	+0,023
11,4...	−0,04	6,4...	−0,01	18,6...	+0,03	9,30..	+0,03
15.....	−0,005	12,2...	+0,025	21.....	+0,06	15.....	+0,048
22.....	+0,062	18,7...	+0,06	35,5...	+0,10	19,8...	+0,06
33.....	+0,15			40.....	+0,12	22,7...	+0,065

» Ces Tableaux montrent que le point mort de la solution A est compris entre 16° et 17°, tandis qu'il descend à + 8° quand la solution première est étendue de son volume d'eau. La même donnée passe de + 14° à − 2° dans le cas des solutions potassiques B et B_1. D'où je conclus que la composition chimique des bisulfates alcalins dissous change avec la dilution. Ici l'effet de l'eau provoque une décomposition, que M. Berthelot a indiquée comme une conséquence de la Thermochimie et exprimée par l'équation



$$2SO^4NaH + H^2O = SO^4Na^2 + SO^4H^2.$$

» Voici les faits nouveaux qui confirment cette manière de voir :

» D'abord une solution faite avec le bisulfate cristallisé SO^4KH donne, au point de vue de la dilution, les mêmes résultats qu'un mélange $H^2SO^4 + SO^4Na^2$, récent ou ancien.

» Ensuite, quand on refroidit lentement une dissolution de bisulfate alcalin, il se forme un dépôt de sulfate neutre, qui s'accentue avec l'abaissement de la température. C'est ainsi que la solution A refroidie à 0° abandonne 9^g de sulfate décahydraté et en dépose 12^g à − 4°. Même allure avec le bisulfate potassique. Or, si l'on assimile un électrolyte dissous à la vapeur d'un sel dissocié tel que AzH^4Cl, il est certain que le sel déposé existe dans la dissolution, puisqu'un corps dissocié est un mélange de ce corps avec les produits de sa décomposition, et que ce corps ne sort du mélange homogène qu'à une température inférieure à celle où le mélange en est saturé. Semblablement, le sel se déposera dès que la solution en sera saturée par suite d'abaissement de la température.

» La Thermochimie indique qu'à froid la décomposition des bisulfates alcalins par une grande quantité d'eau est à peu près totale. S'il en est ainsi, nos solutions A_1

et B, devront se diluer comme un mélange d'acide sulfurique et de sulfates neutres. C'est ce que nos expériences vérifient. D'après les Tableaux suivants, à 9° la dilution dans 400^cm³ d'eau de 100^cm³ d'une solution provenant de l'addition de 71^g de sulfate sodique sec SO^4Na^2 à 1^l d'acide sulfurique à 98^g élève la température de + 0°,03; d'autre part, la dilution dans les mêmes conditions d'une solution à 71^g par litre de sulfate neutre SO^4Na^2 abaisse la température de 0°,09 (¹). La dilution de l'acide sulfurique à 98^g par litre étant de 0°,10, la somme

$$\text{dilut.}\,SO^4H^2 + \text{dilut.}\,SO^4Na^2 = 0,10 - 0,09, \qquad \text{soit} \qquad 0°,01,$$

nombre voisin du chiffre 0,03 observé directement.

» Les mêmes opérations faites sur les sulfates potassiques conduisent à des résultats analogues :

Acide sulf. ($SO^4H^2 = 1^l$).		$\frac{1}{2}SO^4Na^2$ diss. dans $SO^4H^2 = 1^l$.		1 p. SO^4K^2 + 8 p. Aq.	
t.	Abaiss.	t.	Abaiss.	t.	Abaiss.
+ 8°	+0,10	18°,4.........	+0,08	41°	−0,025
+13	+0,10	15,1.........	+0,06	51	0
+35	+0,11	6,0 et 5°,9...	+0,015 à 0,013	57	+0,015
				89,4.....	+0,08

» *Application.* — De ce qui précède résulte la possibilité d'extraire d'un bisulfate, par simple action de l'eau, une partie de l'acide qu'il renferme et d'utiliser cet acide pour des opérations industrielles. Sur ces indications, des essais industriels ont été mis à l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle synthèse de l'orthodiazine.* Note de M. R. Marquis, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une précédente Note (²), j'ai indiqué la formation d'aldéhyde fumarique (ou maléique) à partir du furfurane, et j'ai caractérisé ce corps par quelques-uns de ses dérivés.

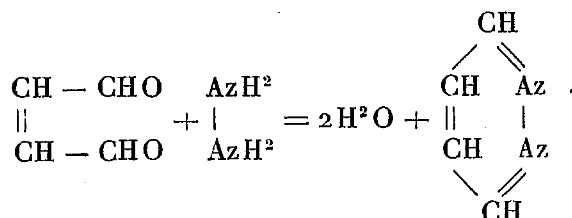
» La réaction que j'expose ici vient confirmer indiscutablement son existence.

» L'aldéhyde fumarique (ou maléique) devait, en effet, réagir sur

(¹) Comme dans les précédentes publications (*Comptes rendus*, 1er semestre 1902) on dilue 100^cm³ de la solution dans 400^cm³ d'eau, les liquides étant à la même température *t*.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 906.

l'hydrazine en donnant un composé cyclique à 2^{at} d'azote : l'orthodiazine, déjà connue :



» L'expérience a montré qu'il en est bien ainsi.

» La réaction s'effectue plus commodément si l'on part de l'acétine nitrosuccinique $AzO^2-CH-CHO$ / $CH=CH.O.CO.CH^3$ que l'on traite, en solution dans l'alcool méthylique, par l'hydrate d'hydrazine fumant. Dans ce cas, il y a simultanément saponification de l'acétyle et enlèvement de AzO^2H avec formation de la dialdéhyde non saturée qui réagit alors sur l'hydrazine.

» Le produit de la réaction est distillé, d'abord au bain-marie pour éloigner l'alcool méthylique, puis dans le vide en chauffant au bain d'huile jusque vers 170°. Le liquide distillé est saturé de potasse et agité avec de l'éther; la solution éthérée est séchée sur la baryte anhydre et distillée; le produit cherché passe à 205°, il se forme avec un rendement de 61 pour 100.

» L'orthodiazine a déjà été préparée par M. Taüber (¹) en décomposant par la chaleur son dérivé tétracarboxylé, et par MM. Gabriel et James Colman (²) en partant de l'acide éthoxybenzoylpropionique.

» L'orthodiazine préparée à partir de l'aldéhyde fumarique s'est montrée identique à celle obtenue par ces auteurs.

» Elle bout à 205° (corrigé) sous $755^{mm},5$; elle se congèle dans un mélange réfrigérant et fond à $-8°$, sa densité est de 1,1108 à $\frac{15°}{15°}$.

» Traitée par le chlorure d'or, en solution aqueuse, elle donne le *chloraurate* caractéristique $C^4H^4Az^2AuCl^3$ signalé par Taüber; toutefois, j'ai trouvé pour ce sel un point de fusion de 170° au lieu de celui de 110° indiqué par l'auteur, probablement par suite d'une faute d'impression.

» Avec une solution aqueuse d'acide picrique, l'*o*.-diazine donne un *picrate* fort peu soluble que l'on peut faire cristalliser très aisément dans l'eau ou dans l'alcool bouillants. Ce picrate $C^4H^4Az^2C^6H^2(AzO^2)^3OH$ a été préparé par MM. Gabriel et Colman

(¹) *Berichte*, t. XXVIII, p. 451.
(²) *Berichte*, t. XXXII, p. 395.

qui lui assignent un point de fusion fort incertain; il fond, au contraire, très exactement à 169° sur le bloc Maquenne, en se décomposant.

» Une solution aqueuse étendue d'orthodiazine, additionnée d'un léger excès d'acide chlorhydrique et de chlorure de platine, laisse déposer peu à peu des cristaux microscopiques jaune très clair, qui, séchés dans l'air sec, possèdent la composition d'un *chloroplatinate anormal* $(C^4H^4Az^2)^2PtCl^4$; les eaux mères de ce sel, évaporées à froid dans le vide, laissent encore déposer de ces mêmes cristaux, puis, ensuite, des prismes orangés bien formés possédant la composition du *chloroplatinate normal*

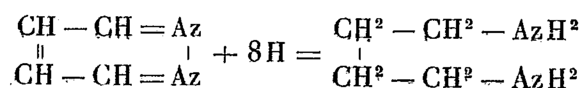


$$(C^4H^4Az^2HCl)^2PtCl^4.$$

» J'ai essayé d'hydrogéner l'orthodiazine, au moyen du sodium et de l'alcool, dans l'espoir d'obtenir un isomère de la pipérazine $C^4H^{10}Az^2$, mais je ne suis pas arrivé à ce but.

» En effet, pendant toute l'opération, il se dégage une abondante quantité d'ammoniaque, ce qui est l'indice d'une destruction de la molécule. Cependant, par un traitement convenable, j'ai pu isoler une très petite quantité d'une base à odeur ammoniacale que j'ai transformée en dérivé benzoylé. Ce dernier, cristallisé dans l'alcool aqueux, s'est montré, par ses propriétés générales, son point de fusion de 176° et sa composition, identique au dérivé dibenzoylé de la tétraméthylène-diamine.

» Il apparaît donc qu'une partie de la réaction s'est passée selon l'équation suivante :



$$\begin{matrix} CH - CH = Az \\ \| \qquad\quad | \\ CH - CH = Az \end{matrix} + 8H = \begin{matrix} CH^2 - CH^2 - AzH^2 \\ | \\ CH^2 - CH^2 - AzH^2 \end{matrix}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation des azoïques. Réduction de l'alcool orthonitrobenzylique*. Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai montré précédemment (¹) qu'on peut obtenir l'aldéhyde benzène-azo-*p*-benzoïque en réduisant par le zinc, l'alcool et la soude, un mélange de nitrobenzène et d'acétal *p*.-nitrobenzoïque. J'ai constaté, en appliquant la même méthode à un mélange d'alcool *o*.-nitrobenzylique et de nitrobenzène, que ce dernier est transformé totalement en azobenzène et qu'il n'y a pas formation d'azoïque mixte. Je me suis borné, en conséquence, à étudier la réduction de l'alcool *o*.-nitrobenzylique seul.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1395.

» Cette réduction s'effectue aisément en chauffant au bain-marie une dissolution d'alcool nitrobenzylique et de soude à 33 pour 100 dans de l'alcool à 80°, et en introduisant peu à peu de la poudre de zinc jusqu'à décoloration presque complète.

» Après avoir filtré et éliminé l'alcool par distillation, on soumet le résidu à des épuisements par l'éther en se plaçant successivement en liqueur alcaline, chlorhydrique et acétique. Les divers produits sont ensuite séparés et purifiés par des distillations dans le vide ou par des cristallisations fractionnées.

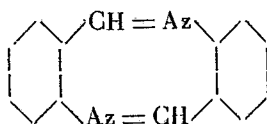
» Je suis arrivé ainsi à isoler huit substances bien définies dont une seule paraît constituer un produit normal de la réduction, c'est-à-dire un azoïque.

» Ces substances sont :

» 1° *L'aldéhyde o.-aminobenzoïque* (en très petite quantité);

» 2° *L'alcool o.-aminobenzylique* (fusible à 82°);

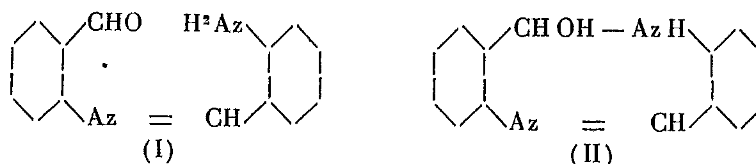
» 3° Un composé blanc, fusible à 81°, bouillant à 212°-216° sous 19^{mm}, qui répond à la formule $C^{14}H^{10}Az^2$. Cette substance constitue une base très faible, analogue à la benzylidène-aniline; elle est insoluble dans l'eau et les acides dilués, mais elle se dissout avec une coloration jaune dans l'acide chlorhydrique concentré, et forme dans ces conditions un *chloroplatinate* $[C^{14}H^{10}Az^2, HCl]^2PtCl^4$ dissociable par l'eau. Enfin, elle ne fournit pas de dérivé benzoylé. Les propriétés de ce corps et sa formation par déshydratation du composé suivant ne permettent pas de lui attribuer d'autre constitution que celle d'une *bis-anhydro-aminobenzaldéhyde* :



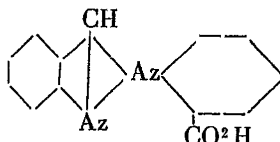
» 4° La dernière fraction neutre est constituée par une résine jaune, basique, dont la formule est $C^{14}H^{12}Az^2O$; cette substance a été identifiée par ses propriétés et son chloroplatinate, avec le produit de même composition qui a été obtenu par M. Friedländer (¹) en traitant l'aldéhyde o.-aminobenzoïque par l'acide chlorhydrique très dilué. Cette base se dissout dans l'acide chlorhydrique moyennement concentré et se précipite partiellement par addition d'eau. Elle distille vers 250° sous 17^{mm} sans subir d'autre décomposition qu'une déshydratation très incomplète qui a pour résultat de donner naissance à une petite quantité de la base $C^{14}H^{10}Az^2$. D'autre part, cette substance ne fournit pas d'hydrazone et elle ne réduit que difficilement et à chaud le nitrate d'argent ammoniacal. Il résulte donc de ce qui précède que la formule (I), proposée par M. Friedländer, doit être remplacée par la formule (II) qui rend mieux

(¹) *Berichte*, t. XVII, p. 456.

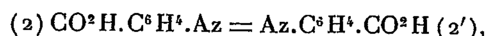
compte des propriétés du corps :



» 5° Parmi les produits acides de la réaction, on trouve un acide blanc, cristallisé en paillettes fusibles à 203°-204°, dont la formule est $C^{14}H^{10}Az^2O^2$. Cet acide est selon toute vraisemblance l'*acide indazyl-o.-benzoïque :*



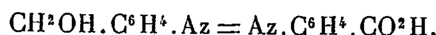
» En effet, il fournit, par oxydation chromique, de l'acide *o.*-azobenzoïque



$$(2)\ CO^2H.C^6H^4.Az = Az.C^6H^4.CO^2H\ (2'),$$

et il se rapproche tout à fait par ses propriétés et son mode de formation de l'acide indazyl-*m.*-benzoïque qui a été préparé par réduction de l'acide *o.*-nitrobenzyl-*m.*-aminobenzoïque ([1]).

» 6° Il se forme dans la même réaction, en très petite quantité (0g,2 à 0g,3 à partir de 100g d'alcool), un acide rouge monobasique qui fond vers 195° et dont la composition est sensiblement celle de l'acide azoïque mixte



$$CH^2OH.C^6H^4.Az = Az.C^6H^4.CO^2H.$$

Je n'ai pu, avec aussi peu de substance, pousser plus loin l'identification de cet acide.

» 7° Les eaux mères chlorhydriques, séparées des acides insolubles, renferment des quantités assez notables d'*acide anthranilique.*

» 8° Enfin, lorsqu'on précipite par l'acide chlorhydrique la solution alcaline primitive débarrassée des produits neutres, on provoque la formation d'une petite quantité d'une substance jaunâtre, neutre, presque insoluble dans l'alcool, qui fond à 294° en sublimant et dont la composition centésimale est représentée par la formule



$$C^{14}H^8Az^2O^2;$$

le poids moléculaire de ce corps paraît être toutefois quadruple du précédent; cela résulte, du moins, d'une détermination ébullioscopique effectuée dans l'acide acétique. Lorsqu'on chauffe cette substance avec de la soude et de l'alcool, elle se transforme en un amino-acide qui n'a pas encore été étudié. C'est donc une amide.

([1]) *Berichte,* t. XXV, p. 3595.

» Tous ces produits prennent naissance d'une façon constante dans la réduction de l'alcool orthonitrobenzylique, quelle que soit la façon dont on conduise la réaction. J'ai constaté toutefois qu'un excès de soude et qu'une température élevée favorisent la production des acides et de l'amide qui vient d'être décrite.

» Il résulte de ce qui précède que cette réduction s'effectue d'une manière tout à fait spéciale. Abstraction faite de la quantité très minime d'acide rouge dont la constitution n'est d'ailleurs pas certaine, on n'obtient pas les produits qui se formeraient dans une réaction normale : alcools ou acides azoïques, hydrazoïques ou azoxyques. Tous les corps qui prennent naissance résultent de la transformation du groupement nitré en groupement aminé, de l'oxydation de la fonction alcool en fonction aldéhyde et acide, et de la condensation d'un certain nombre des produits primaires les uns avec les autres, condensation qui donne naissance à des corps plus complexes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Oxydation des acétates de cobalt et de manganèse par le chlore.* Note de M. **H. Copaux**, présentée par M. H. Moissan.

« Le sesquioxyde de cobalt forme des sels de stabilités très variables, selon la nature de l'acide auquel il est uni. J'ai montré, dans un travail antérieur (1), comment l'oxalate cobalteux rose, dissous dans les oxalates alcalins, donnait, par oxydation convenable, des oxalates verts, bien cristallisés, de sesquioxyde de cobalt et d'alcalis. Je me suis proposé, depuis, de préparer les acétates correspondants.

» *Acétate de cobalt.* — L'acétate de sesquioxyde de cobalt existe au moins en solution; je l'ai observé analytiquement dans l'oxydation électrolytique de l'acétate cobalteux. Mais, en fait, les produits isolables, après l'action des oxydants sur l'acétate cobalteux, se rattachent à l'oxyde intermédiaire Co^3O^4 et non pas au sesquioxyde.

» Le mieux défini de ces composés est celui qu'on obtient par chloruration.

» Une solution rouge d'acétate de cobalt vire au vert sous l'action du chlore, puis abandonne, par évaporation spontanée, des paillettes cristallines, noires par réflexion, vertes par réfraction.

» Ce corps renferme du cobalt, de l'acide acétique, de l'eau et du chlore.

» *Préparation.* — Dans 1 partie d'acide acétique à 5 pour 100, faire passer un courant lent de chlore et verser peu à peu une demi-partie d'acétate de cobalt en poudre impalpable. Filtrer, saturer à nouveau de chlore, puis évaporer à l'air libre vers 20°.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1214.

» Après cristallisation, décanter l'eau mère, puis essorer les cristaux sur biscuit.

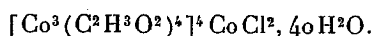
» Une grande partie de ce corps très soluble reste dans l'eau mère riche en chlorure et cristallise confusément. Aussi, le rendement en cristaux nets ne dépasse-t-il pas 20g pour 100g d'acétate cobalteux.

» J'ai obtenu ce même composé d'une autre manière.

» Lorsqu'on oxyde par électrolyse une solution d'acétate cobalteux, le produit d'évaporation de la liqueur est une poudre verte amorphe, renfermant du cobalt, de l'acide acétique et de l'eau. Sa composition n'est jamais rigoureuse, mais son degré d'oxydation est toujours voisin de Co^3O^4.

» Or, cette matière amorphe, dissoute dans l'eau acétique avec la moitié de son poids de chlorure de cobalt cristallisé, fixe une partie du chlorure en donnant, par évaporation, des cristaux identiques aux précédents.

» *Composition.* — La formule la plus conforme à l'analyse est la suivante :



$$[Co^3(C^2H^3O^2)^4]^4 CoCl^2, 40H^2O.$$

» I et II résultent de l'action directe du chlore, III de l'union de l'acétate amorphe avec $CoCl^2$, 6aq.

	I.	II.	III.	Calculé.
Co............	30,51	30,36	30,42	30,65
$C^2H^3O^2$........	38,87	37,64	38,12	37,72
Cl.............	2,73	3,15	3,23	2,83
O..............	2,40	2,42	2,35	2,55 pour $(Co^3O^4)^4$.

» *Propriétés.* — Substance très soluble dans l'eau, l'alcool et l'acide acétique, à peu près insoluble dans l'acétone et l'éther.

» Ses dissolutions aqueuses sont vertes et neutres au tournesol; elles donnent avec les nitrates d'argent et de protoxyde de mercure des précipités blancs de chlorure d'argent et de chlorure mercureux, tandis que la liqueur filtrée reste verte.

» Soumises à l'ébullition, elles perdent de l'acide acétique et prennent une coloration brune intense, sans se réduire ni précipiter, même par addition d'acétate de soude.

» Par contre, le sulfate d'ammoniaque précipite ces solutions brunes modifiées, à la façon de l'acétate ferrique de Péan de Saint-Gilles.

» Je considère ce corps, non pas comme un acétate de Co^3O^4, mais comme un acide faible.

» En effet, ses dissolutions froides précipitent par un excès d'alcali, mais si l'on opère lentement, on constate que la liqueur reste entièrement limpide, tant qu'on n'a pas versé 8mol à 10mol de potasse, en solution décinormale. Le point de saturation varie d'ailleurs avec la concentration du liquide, entre les limites indiquées.

» Ce corps renfermerait donc un acide cobalto-cobaltiacétique, analogue à l'acide cobaltocobalticyanhydrique de MM. Jackson et Comey [1].

» *Acétate de manganèse.*—L'étude de la réaction précédente m'a conduit à examiner

---

[1] *Amer. chem. J.*, t. XIX, 1897, p. 271.

l'action du chlore sur l'acétate manganeux. Le composé formé dans des conditions convenables n'est autre que l'acétate de sesquioxyde, obtenu par Christensen, en dissolvant l'hydrate de sesquioxyde de manganèse dans l'acide acétique.

» Le chlore décompose une solution aqueuse à 15 pour 100 d'acétate manganeux et précipite du manganite de manganèse (Gorgeu).

» J'ai reconnu que la concentration du liquide exerçait une influence profonde sur le résultat de la réaction.

» Ainsi, à la teneur de 40 pour 100, la liqueur devient rouge intense, mais reste limpide. Il suffit d'ajouter 2^{vol} d'acide acétique glacial pour obtenir, en quelques heures, une cristallisation abondante d'acétate manganique : $Mn(C^2H^3O^2)^3, 2H^2O$.

» Le rendement étant d'environ 65 pour 100 du nombre calculé, ce procédé constitue un mode de préparation avantageux.

» *Analyse :*

	Trouvé.	Calculé.
Mn.................	20,67	20,52
$C^2H^3O^2$............	65,89	66,04
O..................	2,96	2,98

» MODES DE DOSAGE. — *Cobalt.* — Évaporation en présence de SO^4H^2 et chauffage au rouge faible. Pesée à l'état de SO^4Co.

» *Manganèse.* — Calcination très progressive et pesée à l'état de Mn^3O^4.

» *Acide acétique.* — La combustion de ces corps étant incomplète, le procédé organique est inapplicable.

» J'opère par distillation avec l'acide phosphorique additionné de quelques gouttes d'une solution phosphorique de fer; la matière est ainsi ramenée au minimum d'oxydation. Cette précaution est indispensable avec l'acétate chloré de cobalt, qui dégage à chaud, en présence d'acide phosphorique, des composés oxygénés du chlore.

» En outre, pour ce même corps, j'étends le liquide distillé à un volume connu. Sur une partie aliquote, l'acidité totale est titrée par un alcali; sur l'autre, l'acide chlorhydrique est dosé par le nitrate d'argent.

» La différence des deux nombres représente l'acide acétique.

» *Chlore.* — Décomposition de la matière par une lessive de potasse pure, filtration, lavage avec une solution de nitrate de potasse; enfin, précipitation, par le nitrate d'argent, de la liqueur rendue nitrique.

» Le précipité d'hydrate ne retient pas de chlore.

» *Oxygène.* — Réduction par le mélange d'iodure de potassium et d'acide chlorhydrique et titration de l'iode déplacé, par l'hyposulfite de soude.

» En résumé, les acétates de cobalt et de manganèse sont oxydés par le chlore, et de façons différentes.

» On obtient, dans le premier cas, une combinaison chloroacétique complexe de l'oxyde intermédiaire Co^3O^4, et, dans le second, un acétate de sesquioxyde de manganèse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de l'action du chlorure de sélényle sur la mannite.* Note de MM. **C. Chabrié** et **A. Bouchonnet**, présentée par M. H. Moissan.

« On sait que l'action des acides sur la mannite est complexe parce qu'elle se complique de celle de la chaleur seule. L'acide chlorhydrique concentré, chauffé avec ce sucre à 100° donne la dichlorhydrine ([1]), mais un peu plus haut, et en prolongeant (60 heures) le temps de chauffe, on obtient la mannitane ([2]) qui se produirait aussi sans acide chlorhydrique si on laissait le thermomètre monter à 200°, ou si l'on remplaçait l'acide chlorhydrique par l'acide sulfurique concentré ([3]) en opérant à 120°.

» Nous avons eu à nous occuper de cette action déshydratante et éthérifiante à la fois des composés acides sur les polyols, lorsque nous avons étudié l'action du chlorure de sélényle sur l'érythrite ([4]). Aujourd'hui, nous présentons les résultats de l'étude parallèle faite sur la mannite.

» Nous avons chauffé de la mannite (9g,1) représentant une molécule, avec du chlorure de sélényle (16g,6) représentant deux molécules, pendant 2 heures environ, dans un long tube recourbé dont le fond plongeait dans un bain de paraffine. Les corps mis en présence ont réagi à partir de 80° et la réaction a été en pleine activité à 120°. Des bulles de plus en plus grosses et nombreuses se sont produites à mesure que la température s'élevait, puis ont cessé de se dégager, et le produit de la réaction, un liquide épais et visqueux, a fini par se rassembler au fond du tube.

» Si l'on n'a pas dépassé 130°, le produit obtenu a l'aspect d'une huile jaune et transparente qui se fluidifie facilement à la chaleur du bain-marie et qui ne se décompose que très superficiellement à l'air en donnant un léger dépôt de sélénium. Ce composé est soluble dans l'eau et dans l'alcool, à froid et à chaud, avec une très faible précipitation de sélénium. Les solutions aqueuses ou alcooliques abandonnent le produit sous la même forme qu'il avait avant d'être dissous, forme qui rappelle celle du collodion épais. Dans ces conditions, des cristaux ne se forment pas. Mais, si l'on chauffe le produit qui a été dissous dans l'eau, après avoir filtré et évaporé sa solution en poussant la température jusqu'à 150°, la masse se colore par la très faible quantité

([1]) Fauconnier, *Bul. Soc. chim.*, 2e série, t. XLI, p. 121.

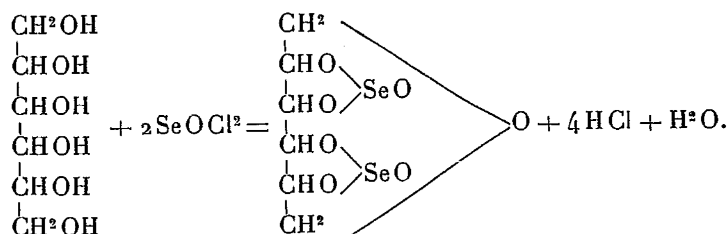
([2]) Berthelot, *Comptes rendus*, t. XLI, p. 452, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLVII, p. 297.

([3]) Vignon, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. II, p. 433.

([4]) C. Chabrié et R. Jacob, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1507.

de sélénium qui se dépose, mais elle donne, après refroidissement dans un dessiccateur, une masse de *longues aiguilles très hygroscopiques,* dont la composition (1) correspond à la formule $C^6H^8O^7Se^2$.

» Si l'on chauffe ce produit, on voit qu'il se ramollit vers 90° ($t^o > 86^o$ et $< 100^o$); qu'il commence à s'altérer un peu avant 150° et que sa décomposition est très rapide à 190°. Si on le maintient pendant 4 à 5 minutes à 195°, la décomposition du composé est déjà de 17,3 pour 100. Si l'on cherche quelles sont les formules possibles du nouveau produit, on voit qu'il représente une molécule de mannitane dont les quatre atomes d'hydrogène des groupes d'alcool secondaire sont remplacés par deux restes SeO, et la formule qui rend compte de la réaction est :



» La formation de l'acide chlorhydrique et la température de la réaction expliquent la déshydratation, et l'existence du groupe SeO est d'autant plus vraisemblable que tout le sélénium peut être précipité à chaud, dans la solution aqueuse du produit, par l'acide sulfureux. »

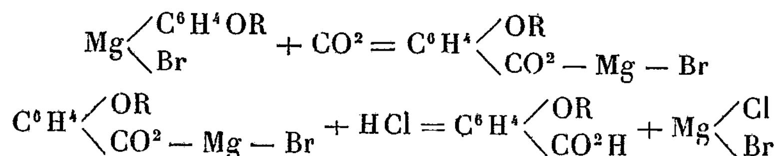
CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide anisique et de l'acide paraéthoxybenzoïque.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

« Les dérivés monobromés dans le noyau, des oxydes phénoliques, réagissent facilement sur le magnésium en présence d'éther anhydre. On obtient ainsi des composés organo-métalliques qui jouissent de toutes les propriétés des chlorures, bromures et iodures d'alcoylmagnésium. Les aldéhydes, les acétones, les éthers-sels, l'iode, le brome agissent sur eux avec violence. L'eau les détruit en régénérant les oxydes phénoliques primitifs; enfin, l'anhydride carbonique est absorbé, il y a formation de sels doubles de magnésium que les acides décomposent en mettant en liberté les éthers oxydes d'acides phénols.

» L'application de cette dernière réaction aux dérivés parabromés de

(1) Trouvé : C = 20,42, H = 2,17, Se = 44,23.
Théorie pour $C^6H^8O^7Se^2$: C = 20,57, H = 2,22, Se = 45,14.

l'anisol et du phénétol fait l'objet de la présente Note. On a les deux équations



$$Mg\begin{matrix}\diagup C^6H^4OR \\ \diagdown Br\end{matrix} + CO^2 = C^6H^4\begin{matrix}\diagup OR \\ \diagdown CO^2 - Mg - Br\end{matrix}$$

$$C^6H^4\begin{matrix}\diagup OR \\ \diagdown CO^2 - Mg - Br\end{matrix} + HCl = C^6H^4\begin{matrix}\diagup OR \\ \diagdown CO^2H\end{matrix} + Mg\begin{matrix}\diagup Cl \\ \diagdown Br\end{matrix}$$

» *Synthèse de l'acide anisique.* — L'anisol est bromé en para de la manière suivante : à une molécule de ce corps on ajoute son poids d'acide acétique et l'on fait tomber, goutte à goutte, dans le mélange refroidi une molécule de brome. La réaction terminée, le produit est précipité par l'eau, séché et rectifié. On recueille la portion qui passe entre 222° et 224°. Le rendement en anisol parabromé est d'environ 60 pour 100.

» Le bromure de paraméthoxyphényle magnésium se prépare facilement en plaçant dans un ballon bien sec, contenant la quantité théorique de magnésium en tournure, des poids égaux d'anisol parabromé et d'éther anhydre. On porte à l'ébullition après avoir introduit dans le mélange 1^g ou 2^g d'iode. La réaction s'amorce bientôt et se continue régulièrement. Si par hasard elle devient trop violente, il suffit pour la modérer d'arroser la paroi du ballon avec de l'eau froide.

» Dans la solution ainsi obtenue, j'ai fait passer bulle à bulle de l'anhydride carbonique sec, tant qu'il y a eu échauffement. Après refroidissement, la liqueur a été traitée par l'acide chlorhydrique étendu, lavée, puis agitée avec une solution de potasse, d'où après filtration l'acide chlorhydrique a précipité une matière rougeâtre et pâteuse. Celle-ci ayant été traitée à l'ébullition par l'alcool étendu de son volume d'eau, par refroidissement, le dissolvant a laissé déposer de fines aiguilles, souillées par une matière colorante rouge et qui fondaient entre 174° et 178°.

» Par des cristallisations successives, par sublimation, je n'ai pu éliminer complètement les impuretés qui accompagnent l'acide formé. J'y suis parvenu en lavant le produit avec l'acétone, qui dissout plus facilement la matière colorante que les cristaux. En les dissolvant après décoloration dans l'alcool étendu et chaud, j'ai obtenu, par refroidissement, des aiguilles blanches et soyeuses fondant sans décomposition à 183°. Ce point de fusion et l'analyse du sel d'argent m'ont permis d'identifier le corps obtenu avec l'acide anisique.

» *Synthèse de l'acide paraéthoxybenzoïque.* — Le phénétol (une molécule), traité en solution acétique et à froid par le brome (une molécule), se transforme en parabromophénétol avec un rendement de 50 pour 100.

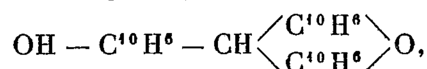
» J'ai fait réagir ce dérivé bromé sur le magnésium en présence d'éther anhydre et, dans la liqueur ainsi obtenue, j'ai fait passer un courant d'anhydride carbonique sec, tant qu'il y a eu échauffement. Après traitement à l'eau et à l'acide chlorhydrique, la solution éthérée a été agitée avec de la potasse aqueuse à qui elle abandonne l'acide formé. Celui-ci, après précipitation, est coloré en rouge, mais il est facile de le purifier. Il suffit, en effet, de le dissoudre à chaud dans l'alcool à 95°; par refroidissement une partie du produit se dépose, tandis que la matière colorante reste en dissolution. Le précipité recueilli sur un filtre devient tout à fait blanc après lavage à l'alcool froid.

Une dernière cristallisation, dans l'alcool étendu, fournit des lamelles nacrées, fusibles à 194°, d'acide paraéthoxybenzoïque. L'analyse du sel d'argent assigne en effet au corps obtenu la formule $C^9H^{10}O^3$.

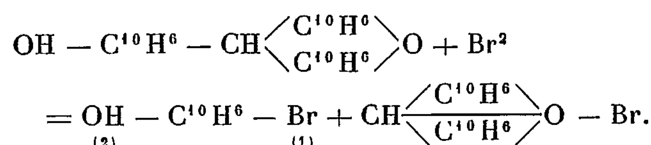
» Les dérivés monobromés des éthers oxydes du β-naphtol réagissent aussi, quoique plus difficilement, sur le magnésium, et, par l'action ultérieure de CO^2, fournissent les acides correspondants. Je ferai connaître dans une prochaine Communication quelques-uns des corps nouveaux que j'ai ainsi préparés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Doublement et dédoublement moléculaires dans la série du pyrane*. Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

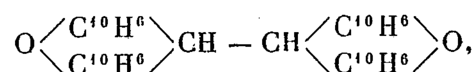
« Nous avons déjà signalé (¹) un cas de rupture moléculaire provoquée par l'action du brome. Sous l'influence unique de cet halogène, un dérivé du pyrane, le naphtylol-dinaphtopyrane



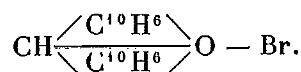
dégrade sa molécule trinaphtylméthanique en deux molécules bromées formées d'après l'équation



» Depuis, nous avons constaté un nouvel exemple de rupture moléculaire par le brome : le dédoublement du bis-dinaphtopyryle



en deux molécules de bromure de dinaphtopyryloxonium :



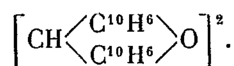
» En outre, nous ferons d'abord connaître la propriété que possède le radical dinaphtopyryle de se souder à lui-même pour donner le bis-

(¹) R. Fosse, *Comptes rendus*, avril 1902.

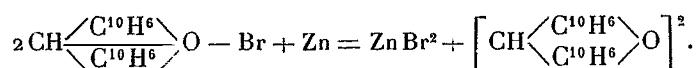
dinaphtopyryle. Nous obtenons ce doublement moléculaire par l'action de la poudre de zinc, soit sur le bromure de dinaphtopyryloxonium, soit sur le dinaphtopyranol.

» A. *Doublement du radical dinaphtopyryle.* — 1° En partant du bromure de dinaphtopyryloxonium, on maintient quelques minutes à l'ébullition une solution de ce corps dans l'acide acétique cristallisable, en présence d'une petite quantité de poudre de zinc. La solution, primitivement colorée en rouge foncé, se décolore et laisse déposer des cristaux incolores. Ceux-ci purifiés et cristallisés dans le benzène se présentent en prismes fondant vers 300° (avec décomposition au bloc Maquenne).

» Cette nouvelle substance répond à la formule

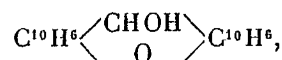


» C'est le bis-dinaphtopyryle, formé d'après l'équation

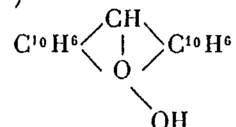


» 2° En partant du dinaphtopyranol.

» Dans de précédentes publications, nous avons établi que le dinaphtopyranol, découvert par nous et de la formule



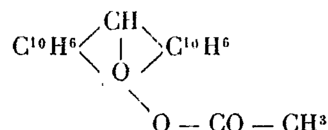
se comporte en solution acétique, comme un dérivé de l'eau oxygénée, comme un véritable hydrate de peroxyde [1]



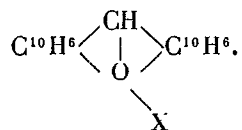
puisqu'il oxyde l'alcool, déplace l'iode des iodures alcalins et alcooliques.

---

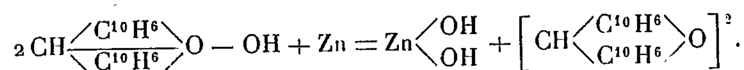
[1] Il est vraisemblable que l'acide acétique transforme le pyranol en un peroxyde d'éther instable



de formule semblable à celle attribuée par MM. Haller et Fosse aux sels de dinaphtopyryloxonium

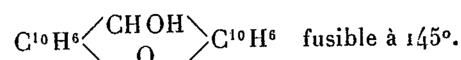


» Nous avons également mentionné son action oxydante sur la poudre de zinc. Le corps résultant de l'action de ce réactif sur une solution acétique de dinaphtopyranol n'est autre chose que le bis-dinaphtopyryle, identique au produit de la réaction précédente et engendré d'après

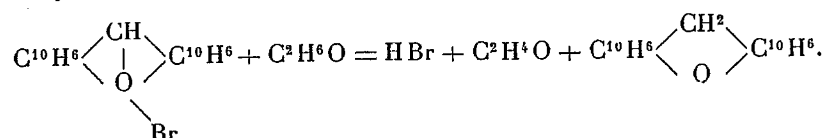


» B. *Dédoublement de la molécule bis-dinaphtopyryle.* — A $\frac{1}{10}$ de molécule de bis-dinaphtopyryle en solution sulfocarbonique maintenue chaude, dans un appareil à reflux, on ajoute $\frac{1}{10}$ de molécule de brome. Au contact de l'halogène, la solution d'abord limpide et incolore se trouble et abandonne un précipité orangé. Pendant toute la durée de la réaction, on constate l'absence de dégagement d'H Br. Après distillation du dissolvant, on dissout le résidu dans l'acide acétique bouillant. Par refroidissement on obtient de magnifiques prismes rouges, devenant verts par dessiccation. Ce corps est identique au bromure de dinaphtopyryloxonium, déjà décrit par nous.

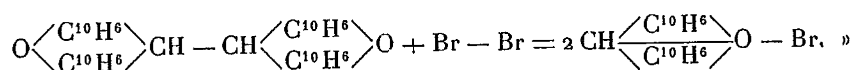
» En effet : 1° la potasse en solution alcoolique le transforme en dinaphtopyranol



» 2° L'alcool bouillant lui fait subir la réaction que nous avons découverte aux sels de pyryloxonium. Il se forme de l'éthanal, de l'acide bromhydrique et du dinaphtopyrane d'après l'équation



Le brome a donc dédoublé la molécule bis-dinaphtopyryle en deux molécules bromées d'après



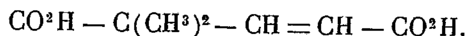
CHIMIE ORGANIQUE. — *Migration du groupe méthyle sous l'influence de l'acide iodhydrique.* Note de M. E.-E. **Blaise**, présentée par M. A. Haller.

« M. Henrich a montré que l'on peut méthyler l'éther glutaconique (*Monatshefte*, t. XX, p. 556) et cet auteur a obtenu dans cette réaction un acide diméthylglutaconique fusible à 123°-133°. D'après M. Henrich, (*Ber.*, t. XXXV, p. 1663), on obtient, en réduisant cet acide par l'acide iodhydrique, un acide diméthylglutarique fusible à 100°-106° et différent

de celui qu'on rencontre dans les produits d'oxydation des dérivés du camphre et dont j'ai fait l'étude. J'ai donc été amené à reprendre l'étude de ce point, d'autant plus que M. Perkin (*Proceedings*, t. XVIII, p. 214) vient de réaliser la synthèse de l'acide $\alpha\alpha$-diméthylglutarique, qui est identique à l'acide d'oxydation des dérivés du camphre.

» Il ne semble pas que M. Henrich ait obtenu l'acide diméthylglutaconique parfaitement pur, ainsi que l'indique le point de fusion qu'il a observé. Cela tient aux conditions dans lesquelles il a effectué la méthylation; dans les conditions où s'est placé M. Henrich, la réaction est en effet très complexe, comme je le montrerai dans une prochaine Note. En opérant au contraire à basse température, on obtient directement et avec un excellent rendement le diméthylglutaconate d'éthyle. Cet éther bout à 131° sous 14^{mm} et, par saponification, fournit l'acide diméthylglutaconique qu'on purifie par cristallisation dans l'eau. L'acide ainsi obtenu est tout à fait pur et fond à 134°-135°. Traité par l'anhydride acétique, il fournit un anhydride liquide qui donne avec l'aniline un acide phénylamidé fusible à 162°; en même temps se forme une petite quantité d'un corps neutre et azoté fondant à 190°-191°. Il ne me semble pas absolument certain que cet acide diméthylglutaconique soit identique à celui que M. Perkin a obtenu dans la réduction iodhydrique de l'acide $\alpha\alpha$-diméthyl-β-oxyglutariqne et qui fond cependant au même point.

» La constitution de l'acide diméthylglutaconique est établie par son oxydation au moyen du permanganate de potasse à 0°. On obtient ainsi un mélange d'acide oxalique et d'acide diméthylmalonique, fusible à 192°. En effet, l'acide restant, après élimination de l'acide oxalique, a été décomposé par la chaleur; le produit ainsi obtenu bout entièrement à 152°-155° et est constitué exclusivement par de l'acide isobutyrique. L'oxydation donne donc exclusivement les acides oxalique et diméthylmalonique et par suite la formule de l'acide diméthylglutaconique ne peut être que la suivante :



$$CO^2H - C(CH^3)^2 - CH = CH - CO^2H.$$

» J'ai d'ailleurs comparé cet acide à l'acide diméthylglutaconique symétrique; ces deux acides sont absolument différents; ce dernier fond en effet à 145°-146° et le mélange des deux acides fond dès 125°.

» L'acide diméthylglutaconique de méthylation a été réduit par l'acide iodhydrique bouillant et le phosphore. Le produit séparé a été réduit à nouveau par le zinc et l'acide sulfurique pour éliminer toute trace d'iode; enfin l'acide obtenu a été distillé avec de l'anhydride acétique. On obtient dans ces conditions un anhydride bouillant entre 265° et 272° et qui cristallise bientôt. Purifié par recristallisation dans l'éther anhydre où il est peu soluble, cet anhydride fond à 93° et donne, par hydratation, un acide diméthylglutarique fondant à 126°-127°.

» Les acides phénylamidé, *p*.-tolylamidé et paraphénylamidé correspondants fondent respectivement à 156°, 178°-179° et 151°. Toutes ces constantes caractérisent l'acide 2.4 diméthylglutarique maléinoïde; l'identité a d'ailleurs été vérifiée directement par comparaison avec l'acide maléinoïde synthétique. Quant à l'acide de réduction obtenu

par M. Henrich, c'est simplement un mélange des isomères maléinoïde et fumaroïde, mélange qui fond précisément à 100°-106°.

» Il résulte donc de ce qui précède que, sous l'influence de l'acide iodhydrique, un groupement méthyle de l'acide diméthylglutaconique a émigré de la position 2 à la position 4. On connaît peu d'exemples aussi simples et aussi caractéristiques de la migration d'un groupement carboné dans une molécule acyclique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel orthocyclohexanediol et ses dérivés.* Note de M. **Léon Brunel**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une précédente Note (1) j'ai décrit les préparations de l'éther monoiodhydrique d'un glycol hexahydrobenzénique, l'orthocyclohexanediol $OH_{(1)}-C^6H^{10}-I_{(2)}$ et des éthers oxydes $CH^3O_{(1)}-C^6H^{10}-I_{(2)}$ et $C^2H^5O_{(1)}-C^6H^{10}-I_{(2)}$ de cette iodhydrine alcool. Les produits obtenus par saponification de ces différents composés font l'objet de la présente Communication.

» A. *Orthocyclohexanediol* $OH_{(1)}C^6H^{10}-OH_{(2)}$. — Différents procédés ont été mis en œuvre pour obtenir le glycol correspondant à l'iodhydrine. Tous m'ont permis d'isoler le glycol précité, mais avec des rendements très différents :

» 1° Le contact prolongé de l'iodhydrine avec une solution aqueuse bouillante de carbonate de potassium a donné seulement 6 à 7 pour 100 de la quantité indiquée par la théorie ;

» 2° L'action à froid de l'oxyde d'argent sur une solution alcoolique d'iodhydrine fournit 10 pour 100 de la théorie;

» 3° L'ébullition prolongée d'une solution hydroalcoolique d'iodhydrine et d'acétate de potassium, suivie du traitement à la potasse de la matière obtenue, produit 43 pour 100 de la quantité calculée;

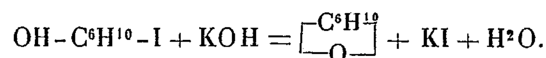
» 4° Le rendement de l'action de la potasse en solution aqueuse et chaude sur l'iodhydrine atteint 75 pour 100 de la théorie.

» C'est dès lors par ce dernier procédé qu'il convient de préparer le glycol orthohexahydrobenzénique. Voici comment je l'ai mis en pratique :

On introduit dans un tube 6^g de monoiodhydrine et 10^{cm^3} d'une solution aqueuse renfermant $1^g,50$ de KOH. Le tube est scellé et chauffé 20 minutes à 75°-80°, puis 2 heures à 130°-140°. Le liquide résultant, additionné d'une petite quantité de carbonate de potassium, pour faciliter l'extraction du glycol, est épuisé à plusieurs reprises à l'éther renfermant $\frac{1}{10}$ de son volume d'alcool. Le glycol cristallise par évaporation du solvant.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 1055-1057.

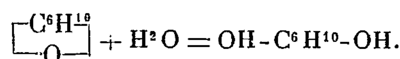
» Dans la première phase de la réaction, à 75°-80°, l'iodhydrine est transformée par la potasse en l'éther oxyde interne du glycol :



$$OH-C^6H^{10}-I + KOH = \left[\begin{matrix}C^6H^{10}\\ O\end{matrix}\right] + KI + H^2O.$$

» L'éther iodhydrique qui occupait la partie inférieure du tube s'est changé en un liquide mobile surnageant la solution saline.

» Dans la deuxième phase à 130°-140° il y a simplement hydratation suivant une réaction commune aux éthers oxydes internes des glycols α :



$$\left[\begin{matrix}C^6H^{10}\\ O\end{matrix}\right] + H^2O = OH-C^6H^{10}-OH.$$

» Je reviendrai d'ailleurs sur la préparation et les propriétés de cet éther-oxyde du cyclohexanediol qui sont fort analogues à celles indiquées par Wurtz pour l'oxyde d'éthylène.

» Le diol a été purifié par dissolution dans l'alcool, ébullition de la solution en présence d'un peu de charbon animal, et cristallisation par évaporation lente de la liqueur filtrée. Il vaut mieux encore pour obtenir une belle cristallisation additionner l'alcool de son volume de benzine.

» Le glycol orthohexahydrobenzénique est un corps incolore, inodore, de saveur légèrement sucrée, puis amère. M. Wyrouboff a bien voulu déterminer la forme et la propriété optique des cristaux. Ceux ci se présentent en grandes tables minces appartenant au système orthorhombique. Le glycol fond à 104° avec commencement de volatilisation et bout à 236° sous 760^{mm} en brunissant très légèrement. Il est très soluble à froid dans l'eau, l'alcool, l'acétone, assez soluble dans l'éther, soluble à chaud dans la benzine qui l'abandonne à peu près totalement par refroidissement. Il donne avec l'anhydride acétique un diacétate liquide; avec le chlorure de benzoyle, il forme un dibenzoate cristallisé en aiguilles incolores, peu soluble dans l'alcool et fondant à 93°,5.

» *Éthers oxydes du cyclohexanediol*-1.2. — Les éthers monométhylique et monoéthylique de l'orthocyclohexanediol ont été obtenus par action de l'oxyde d'argent sur les iodhydrines correspondantes. Je prendrai comme exemple la préparation du dérivé méthylique. 30^g d'iodhydrine méthylique $I - C^6H^{10} - OCH^3$ en solution dans 100^{cc} d'alcool à 80 centièmes ont été additionnés d'oxyde d'argent provenant de la précipitation de 25^g d'azotate d'argent par la potasse. Le mélange fréquemment agité est maintenu 48 heures à 45°-50°, puis l'iodure d'argent formé est séparé par filtration. L'éther oxyde est isolé par distillation fractionnée.

» *Éther méthylique* $OH_{(1)} - C^6H^{10} - OCH^3_{(2)}$. — Il constitue un liquide incolore d'odeur et de saveur aromatiques, légèrement soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et l'éther. Il bout à 184°-185° sous 762^{mm} sans altération. Il a une densité de 0,9657 à 11°,5.

» *Éther éthylique* $OH_{(1)} - C^6H^{10} - OC^2H^5_{(2)}$. — L'éther monoéthylique est un liquide mobile incolore à odeur et saveur de menthe, assez soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il bout à 195° sous 762^{mm} sans décomposition. Sa densité est de 0,9467 à 11°,2.

» Étant donné l'origine de ces éthers, on doit se demander s'ils sont bien des dérivés du cyclohexanediol-1.2 décrit plus haut. Leur étude répond affirmativement à cette question. Cela résulte notamment de leur dédoublement par l'acide iodhydrique. Chauffés en vase clos à 65°-70° pendant 1 heure avec leur volume d'une solution d'acide iodhydrique de densité 2, ils fournissent un liquide qui, neutralisé par le carbonate de potassium en léger excès, et décoloré par le bisulfite, laisse déposer de l'iodure de méthyle ou d'éthyle suivant le corps mis en réaction; la liqueur aqueuse étant ensuite épuisée à l'éther alcoolique, on obtient par évaporation de la liqueur éthérée un corps cristallisé, fusible à 104° après purification, donnant, par le chlorure de benzoyle, un dibenzoate fusible à 93°,5.

» B. *Comparaison du cyclohexanediol-*1.2 *avec l'orthonaphtèneglycol de Markownikoff.* — M. Markownikoff a obtenu, par action d'une solution étendue et froide de permanganate de potassium sur le cyclohexène, un orthonaphtèneglycol [1]. Cet alcool étant un isomère de celui qui vient d'être décrit et ayant des propriétés voisines, il m'a paru utile de comparer directement les deux composés. J'ai préparé le produit de M. Markownikoff par le procédé indiqué. Le corps obtenu a présenté exactement les propriétés décrites par l'auteur : il fond à 99°-100° et bout à 225°. Or l'isomère décrit plus haut fond à 104° et bout à 236°. Ces constantes physiques bien que différentes sont cependant voisines; la comparaison a dès lors été poussée plus loin.

» M. Wyrouboff a bien voulu examiner les cristaux de M. Markownikoff; il les a trouvés orthorhombiques et de forme très voisine de celle du glycol décrit par moi, mais les propriétés optiques sont très différentes. L'étude cristallographique sera publiée ailleurs.

» Enfin, comme je l'avais fait pour le glycol que j'ai obtenu, j'ai préparé l'éther benzoïque de l'orthonaphtèneglycol. Celui-ci après purification fond à 63°, c'est-à-dire à une température beaucoup plus basse que celle que j'ai indiquée (93°,5) pour l'éther benzoïque de l'autre isomère.

» Il est ainsi établi que les deux glycols sont différents. Il reste à fixer quelle est la nature de cette isomérie. Provisoirement je désignerai par α le glycol de Markownikoff et par β celui que j'ai isolé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux nouveaux glucotannoïdes.* Note de M. Eugène Gilson, présentée par M. A. Haller.

« Au cours d'une étude sur les tannoïdes de la rhubarbe de Chine, nous avons isolé deux nouveaux glucotannoïdes et nous sommes parvenu à les obtenir à l'état cristallisé et pur. Nous les avons appelés *glucogalline* et *tétrarine*.

---

(1) *Liebig's Annalen*, t. CCCII, p. 21.

» *Glucogalline.* — La glucogalline est un glucoside de l'acide gallique. L'existence de ce glucoside a été soupçonnée dans divers végétaux, mais jusqu'ici on n'était pas parvenu à l'obtenir à l'état cristallisé et pur. Lorsqu'elle est pure la glucogalline cristallise facilement en cristaux blancs ou légèrement jaunâtres. Elle est soluble dans l'alcool à 80°, l'alcool méthylique et l'eau; très peu soluble dans l'alcool absolu, l'acétone et l'éther acétique; insoluble dans l'éther, le chloroforme, le benzène et l'éther de pétrole. La potasse caustique la colore en rouge brunâtre, le carbonate de soude en jaune brunâtre et l'ammoniaque en beau rouge rosé, en la dissolvant. Avec les sels ferriques, elle donne une coloration bleu noirâtre et avec le cyanure de potassium (réactif de Sydney-Yung pour l'acide gallique) une coloration rose très pâle, qui n'est pas à comparer, comme intensité, à celle que l'on obtient dans les mêmes conditions avec l'acide gallique. Sa solution aqueuse précipite par les acétates neutre et basique de plomb, ainsi que par l'émétique, mais elle ne précipite ni par la gélatine, ni par l'albumine. Ces réactions se rapprochent beaucoup de celles de l'acide gallique et du gallo-tannin et, si la glucogalline est en réalité contenue dans divers végétaux, elle pourrait bien avoir induit en erreur plus d'un chimiste et surtout plus d'un botaniste. La glucogalline se distingue de l'acide gallique par son insolubilité dans l'éther, et du gallo-tannin par son indifférence envers les solutions de gélatine et d'albumine. De toutes les réactions de la glucogalline que nous venons d'énumérer, les plus intéressantes, comme portée générale, sont précisément les deux réactions négatives : absence de précipité. Sous l'action de la chaleur, la glucogalline brunit, puis fond en se décomposant vers 200° C. Hydrolysée par l'acide sulfurique dilué à l'ébullition, elle se décompose en donnant naissance à une molécule d'acide gallique et à une molécule de *d*-glucose, d'après l'équation suivante :

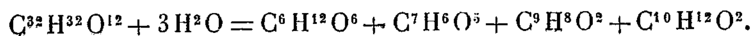


$$C^{13}H^{16}O^{10} + H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^7H^6O^5.$$

» *Tétrarine.* — La tétrarine est un glucoside des plus intéressants, par sa complexité d'abord, et par la nature de ses produits de décomposition ensuite.

» En effet, les acides dilués à l'ébullition la décomposent en quatre corps différents, bien définis : *d*-glucose, acide gallique, acide cinnamique et en rhéosmine. Celle-ci est un corps nouveau que nous décrivons plus loin.

» Ce dédoublement de la tétrarine s'effectue d'après l'équation suivante :



$$C^{32}H^{32}O^{12} + 3H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^7H^6O^5 + C^9H^8O^2 + C^{10}H^{12}O^2.$$

» De même que la glucogalline, la tétrarine cristallise facilement lorsqu'elle est pure. Par cristallisation lente, on obtient des cristaux tabulaires, incolores et transparents.

» La tétrarine est très facilement soluble dans l'alcool à 80°, l'alcool méthylique et l'acétone; elle est moins soluble dans l'alcool absolu et l'éther acétique; elle est insoluble dans l'eau, l'éther, le chloroforme et le benzène. Elle se dissout dans les solutions de soude caustique et d'ammoniaque.

» Chauffée, elle fond en se décomposant vers 204°-205° C.

» La rhéosmine $C^{10}H^{12}O^2$ cristallise en longues et belles aiguilles rhombiques d'un blanc parfait. Elle est peu soluble dans l'eau; très facilement soluble dans les alcools méthylique et éthylique, ainsi que dans l'acétone et dans l'éther, moins soluble dans

le benzène. Elle se dissout dans les solutions de potasse ou de soude caustique; l'anhydride carbonique la précipite de ces solutions. Elle fond à 79°,5. La rhéosmine possède les propriétés d'une aldéhyde. Elle réduit énergiquement et avec production de miroir métallique l'azotate d'argent ammoniacal en présence de la soude caustique. Elle se combine au bisulfite de sodium pour donner un composé cristallin, qui se décompose sous l'influence de l'acide sulfurique ou de carbonate de sodium et régénère la rhéosmine.

» Elle se combine à l'hydroxylamine pour donner une oxime.

» Elle colore les solutions de fuchsine décolorées par l'anhydride sulfureux.

» Dans certaines conditions elle se résinifie.

» A côté de la glucogalline et de la tétrarine, — qui sont les deux premiers glucotannoïdes que l'on ait obtenus à l'état cristallisé et pur, — nous avons retrouvé une catéchine dans la racine de rhubarbe. Il en résulte que nous avons constaté la présence, dans le même organe végétal, de tannoïdes appartenant à trois groupes différents : au groupe de l'acide gallique, la glucogalline et la tétrarine; au groupe de l'acide protocatéchique, la catéchine; au groupe du styrolène, la tétrarine. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'essence de* Calamintha Nepeta *dite* de Marjolaine *dans le Midi de la France*. Note de MM. **P. Genvresse** et **E. Chablay**.

« L'essence de Marjolaine a été l'objet d'un grand nombre de travaux dont les conclusions sont contradictoires. Nous avons été ainsi amenés à en reprendre l'étude. Les essences que nous avons étudiées venaient de chez MM. Tombarel, Roure-Bertrand et Schimmel. Les premières nous ont donné les mêmes constituants, avec des proportions un peu différentes; il n'en a pas été de même de celle de M. Schimmel.

» Nous avons alors fait déterminer botaniquement les plantes qui produisent ces essences. M. Schimmel nous a assuré que la sienne provenait de l'*Origanum Majorana* qu'il avait récolté lui-même. M. Tombarel nous a adressé un échantillon de l'herbe qu'il avait distillée à notre intention et qui venait de Vidauban (Var); nous avons prié M. Thouvenin d'en faire l'étude : il nous a appris que la plante était une *Calamintha Nepeta*, d'où il suit que *l'essence de Marjolaine du Midi de la France doit s'appeler* essence de Calamintha Nepeta.

» Fraîchement distillée, elle se présente sous la forme d'un liquide mobile, incolore, doué d'une odeur forte spéciale, rappelant au bout de quelque temps celle de la Menthe;

peu à peu elle jaunit à l'air. Elle est neutre; sa densité à 16° est 0,904; son pouvoir rotatoire $\alpha_D = 18°39'$ à 15° en solution chloroformique.

» Nous en avons entraîné 900g par un courant de vapeur d'eau, et nous avons ainsi obtenu 840g d'un produit que nous avons séché et distillé au tube de 4 boules : 12,2 pour 100 a passé de 160° à 200°, peu de 200° à 210° et 72 pour 100 de 210° à 225°.

» Les premières portions contenaient un peu de pinène gauche; celles qui passaient de 210° à 220°, une cétone nouvelle que nous avons appelée *calaminthone* et les dernières de la *pulégone*.

» Nous avons identifié le pinène en en faisant le nitrosochlorure; nous avons aussi préparé le nitrosochlorure de l'essence de térébenthine purifiée; les deux corps fondaient à la même température; nous les avons ensuite pilés ensemble au mortier et pris le point de fusion du mélange; tout a fondu en même temps à la même température que précédemment. Notre essence contient donc du pinène.

» *Calaminthone* : $C^{10}H^{16}O$. — Pour isoler cette cétone, à l'état aussi pur que possible, nous avons traité la portion qui distillait de 210° à 220° par l'hydroxylamine à la manière ordinaire; au bout de quelques jours, l'oxime a cristallisé; les cristaux mélangés d'huile ont été essorés à la trompe et recristallisés dans l'alcool. Traités par l'eau acidulée par l'acide sulfurique à l'ébullition, ils ont redonné la cétone primitive, contenant cependant un peu d'azote; aussi les résultats de son analyse élémentaire ne cadrent-ils pas exactement avec $C^{10}H^{16}O$, mais l'analyse des dérivés cristallisés qu'elle donne ne laisse aucun doute sur cette formule.

» La calaminthone est un liquide mobile, incolore; elle bout à 208°-209° sous une pression de 745mm; elle a, pour densité à 20°, 0,930. Son pouvoir rotatoire en solution chloroformique à 21° est $\alpha_D = 11°10'$. Sa densité de vapeur est 5,74; calculée pour la formule $C^{10}H^{16}O$, elle serait de 5,26. La réfraction moléculaire est 45,385; en la calculant avec les nombres donnés par M. Brühl pour la même formule $C^{10}H^{16}O$ avec un oxygène cétonique et une double liaison, on trouverait le nombre 45,56. Elle se combine au brome molécule à molécule sans dégager d'acide bromhydrique.

» *Calaminthone-oxime :* $C^{10}H^{16} = AzOH$. — Nous avons fait plusieurs combustions de cette oxime et toutes nous ont conduits à la formule ci-dessus.

» Elle cristallise en belles aiguilles blanches, soyeuses; elle fond à 88°-89°; elle est très soluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme; son pouvoir rotatoire en solution chloroformique est $\alpha_D = -6°7'$.

» Traitée en solution éthérée par l'acide chlorhydrique sec, elle donne des cristaux fondant à 165°.

» *Semi-carbazone :* $C^{10}H^{16} = Az - AzH - CO - AzH^2$. — On prépare ce corps à la manière ordinaire; il cristallise au bout de quelques jours; les cristaux sont un peu jaunes, ils fondent à 165°. Son analyse élémentaire conduit à la formule ci-dessus.

» *Action de l'hydrogène naissant.* — La calaminthone, traitée par l'hydrogène naissant, se transforme en menthol. Nous n'avons obtenu qu'une fois un peu de menthol cristallisé, fondant à 42°; les autres fois, le produit était liquide, mais il bouillait à 208°, et, traité par le mélange chromique à la manière ordinaire, il donnait une cétone qui nous a conduits à la menthoxime gauche; en effet, l'analyse élémentaire de cette dernière correspond à la formule $C^{10}H^{18} = AzOH$, et elle fond à 58°. Pour être encore plus sûrs, nous avons pris de la menthone gauche, nous en avons fait

l'oxime. Ces deux oximes ont fondu à la même température; nous les avons ensuite pilées au mortier; le point de fusion du mélange n'a point changé.

» La formule de constitution de la calaminthone se trouve donc en partie déterminée; reste à fixer la position de la double liaison; nous avons essayé de le faire en essayant ses produits d'oxydation; nous nous proposons d'y revenir.

» *Pulégone.* — Les dernières portions de l'essence qui passent à la distillation contiennent de la pulégone. En effet, en traitant la portion qui passe de 223° à 225° par le chlorhydrate d'hydroxylamine, nous avons obtenu, suivant le mode opératoire, soit l'oxime normale qui fond de 118° à 120°, soit l'oxime anormale fusible à 157°.

» En résumé, nous avons montré que l'essence de Marjolaine du Midi de la France doit s'appeler *essence de Calamintha Nepeta,* et qu'elle contient du pinène, une cétone nouvelle, la calaminthone et de la pulégone. »

ZOOLOGIE. — *La morphogenèse chez* Salmacina Dysteri *Huxley* (Serpulide). *La métamérisation hétéronome.* Note de M. A. **Malaquin**, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans une Note publiée antérieurement dans les *Comptes rendus* (1895), j'ai décrit la formation du schizozoïte de la Salmacine; je me propose aujourd'hui d'étudier les phénomènes morphogéniques de l'oozoïte, afin de comparer ensuite les processus de l'ontogenèse et de la schizogenèse. L'embryogénie de *S. Dysteri* ayant été étudiée par M. Giard (*Comptes rendus,* 1875 et 1876), je ne parlerai que des faits se rapportant directement à la morphogenèse.

» I. *Morphologie de la larve libre.* — Lorsque la larve s'échappe du tube maternel, où elle a passé par le stade trochosphère, elle présente les ébauches des trois régions morphologiques des Serpulides : 1° la *céphalique,* arrondie, avec une paire d'yeux à deux cristallins chacun et portant en arrière une forte couronne de cils vibratiles, celle de la trochosphère; 2° la *thoracique* plus large formée de trois segments avec chacun une paire de bulbes sétigères à une ou deux soies limbées; un bourrelet demi-circulaire ventral dépendant du segment le plus antérieur se relevant dorsalement en deux épaulettes saillantes constitue l'indication de la collerette et de la membrane thoracique; enfin la région *abdominale* très réduite comprend seulement le pygidium muni de deux crochets fixateurs et de glandes anales, et une zone indifférenciée le précédant, formatrice des futurs segments.

» La jeune larve a une vie errante assez courte; elle gagne le fond et se fixe, grâce aux soies en crochets de son extrémité postérieure; puis elle s'entoure d'un tube muqueux droit, adhérent au support dans toute son étendue. La larve y est orientée la face ventrale vers le côté adhérent du tube, c'est-à-dire vers le sol ou le support.

» II. *Processus morphogéniques après la fixation.* — Sur le segment céphalique du

jeune tubicole apparaissent deux bourgeons épais situés latéralement, qui grandissent, se divisent en deux par une encoche, puis finalement en trois lobes latéraux ciliés, ébauches des branchies. La constitution tribranchiale symétrique persiste assez longtemps en tant que stade; le quatrième lobe branchial ne se montre qu'ensuite aux dépens de celui qui est le plus ventral.

» En même temps que l'appareil branchial céphalique, se développe un organe en forme de massue, prolongeant en avant la tête et dépassant les lobes branchiaux. Cet organe rempli de cellules vacuolisées, pigmenté de brun orangé, a une existence transitoire; il ne tarde pas, en effet, à entrer en régression (1). Il paraît jouer le rôle d'un opercule provisoire chez la larve de la Salmacine.

» L'orifice stomodéal, situé sur la face ventrale et en arrière de la tête, subit, chez la jeune Salmacine, un déplacement commun à tous les Serpulides. Tandis qu'il conserve sa situation primitive chez quelques Annélides, et que dans la généralité d'entre elles il subit un recul prononcé, chez les Serpulides, au contraire, l'orifice buccal, par suite d'une prolifération de son pourtour, se trouve porté sur une sorte de mufle procéphalique.

» Les processus morphogéniques qui se poursuivent ensuite intéressent non seulement l'évolution de la Salmacine mais aussi la phylogénie du groupe des Serpulides. Pour les bien comprendre, il est nécessaire de rappeler que le nombre moyen des segments du thorax est de 7 (quelquefois 8, 9 et plus chez la Salmacine et d'autres espèces). L'abdomen séparé, chez l'adulte, par une région achète, possède presque 30 segments et parfois davantage. L'on pourrait croire, d'après les règles ordinaires de la métamérisation et de l'accroissement terminal, que les segments thoraciques vont d'abord se compléter, puis que, après eux, les segments abdominaux se formeront. Il n'en est rien. Il se produit immédiatement en arrière des *trois segments primaires thoraciques,* des segments abdominaux. La formation de ces anneaux, les premiers qui apparaissent dans la vie tubicole, résulte d'une utilité physiologique et d'une nécessité mécanique. Les plaques onciales ou soies adaptées au déplacement du Serpulide dans son tube sont ventrales dans le thorax, elles occupent une situation dorsale dans l'abdomen, et cette disposition inverse facilite l'ascension du ver dans son tube. Cette formation hâtive, dans l'ontogenèse, de segments abdominaux a tellement bien une origine mécanique que, par la suite, les mêmes segments vont être l'objet d'une transformation complète sous l'influence d'autres excitations.

» A mesure que l'accroissement terminal se poursuit, augmentant les segments de l'abdomen, la disproportion dans le développement des deux régions du corps va s'accentuant de plus en plus, la thoracique restant fixe, avec ses trois segments. Il en résulte une rupture d'équilibre morphologique et fonctionnel entre les deux groupes de métamères; le groupe antérieur ou thoracique dont le rôle est le plus important est fonctionnellement insuffisant et son accroissement devient indispensable. Voici comment s'effectue ce phénomène. Les segments abdominaux qui suivent immédiatement le thorax perdent leurs soies; une région achète se constitue ainsi aux dépens des

(1) Un organe semblable se forme chez deux autres Serpulides, *Protula* (Meyer et Salensky) et *Pileolaria* (Salensky), où l'on n'en connaît pas la signification.

segments préabdominaux. Puis sur le segment le plus antérieur, contigu au troisième thoracique, et dépourvu de ses soies abdominales, apparaissent des soies et des uncini de nouvelle formation, ayant les caractères des productions sétigères thoraciques et qui, en outre, ont leur situation respective (soies limbées et en faucille dorsales; plaques onciales ventrales) inverse de l'abdomen (une ou deux soies fines géniculées ventrales; plaques onciales plus petites et moins nombreuses dorsales). En même temps que ce segment se transforme, il s'élargit, et, par un processus lentement progressif, un segment primitivement abdominal est incorporé avec ses caractères nouveaux dans le thorax. Les quatrième-huitième anneaux thoraciques, et les suivants s'il y a lieu, sont produits de cette manière.

» *Conclusions.* — La métamérisation hétéronome des deux régions du corps (thorax et abdomen) de la Salmacine provient tout entière du centre d'accroissement terminal. La larve, et, pendant assez longtemps, le jeune individu, ne possèdent cependant que 3 segments thoraciques primaires, acquis directement dans l'ontogenèse (hérédité phylogénique). Les segments thoraciques suivants ($4^e, \ldots, n^{\text{ième}}$) proviennent d'une adaptation fonctionnelle : ils résultent d'une transformation et d'une incorporation de métamères morphologiquement et fonctionnellement différents appartenant à la région préabdominale. Les métamères conservent donc une plasticité et une autonomie relatives qui leur permettent de se modifier et de s'adapter aux nécessités physiologiques ou mécaniques dans le cours de l'évolution individuelle. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence du glucose dans le liquide céphalo-rachidien.* Note de MM. **L. Grimbert** et **V. Coulaud**, présentée par M. L. Guignard.

« Il existe dans le liquide céphalo-rachidien de l'homme un corps réducteur sur la nature duquel les auteurs ne se sont pas encore mis d'accord. Les uns l'ont attribué sans preuves au glucose; d'autres, à la pyrocatéchine.

» Dans le but de le caractériser, nous avons soumis à l'action de la phénylhydrazine un grand nombre d'échantillons de liquide céphalo-rachidien provenant en grande partie du service de M. Widal, et n'appartenant à aucun glycosurique. Chaque échantillon avait été préalablement déféqué par le réactif au nitrate mercurique de M. Patein en suivant la technique décrite par cet auteur.

» Dans 19 cas sur 22, nous avons obtenu une osazone se formant le plus souvent par refroidissement. Cette osazone présentait deux aspects cristallins assez distincts. Dans l'un, les cristaux avaient la forme de petits faisceaux en aiguilles analogues à

ceux qui se forment dans les solutions étendues de glucose; dans l'autre, on remarquait de longs cristaux flexueux partant d'un centre commun et présentant un aspect chevelu.

» Ayant réuni l'osazone provenant de plusieurs échantillons offrant cette dernière particularité, nous avons constaté qu'elle présentait les caractères suivants :

» Après dessiccation et purification au benzène, elle était insoluble dans l'eau chaude et à froid dans l'alcool méthylique et l'acétone étendue. Desséchée à 100°, son point de fusion, pris au bloc de Maquenne par la méthode de fusion instantanée de Bertrand, était de 229°-231°. Enfin, la même osazone dissoute à chaud dans une petite quantité d'alcool à 60° a laissé se déposer par refroidissement les cristaux caractéristiques de la glucosazone.

» La substance réductrice de nos échantillons de liquide céphalo-rachidien est donc bien constituée par du glucose. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la nutrition du* Sterigmatocystis nigra. Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« En 1870, Raulin a publié sur la nutrition d'une Mucédinée, le *Sterigmatocystis nigra*, un travail qui est devenu à juste titre célèbre et classique. Sans vouloir en rien en rabaisser le mérite, on peut se demander si ses expériences sont toujours rigoureuses et les conclusions qu'il en tire toujours légitimes. Raulin, en effet, ne pouvait, à l'époque où il a expérimenté, stériliser ses cultures, et rien ne dit que, lorsqu'il enlevait un élément à son liquide nutritif, il ne favorisait pas par cette opération le développement d'organismes étrangers (bactéries incomplètement éliminées par la présence de l'acide tartrique, mycéliums d'autres champignons, protozoaires divers, etc.) entravant celui de la moisissure ensemencée. Lui-même reconnaît d'ailleurs en différents points de son étude qu'un pareil envahissement a eu lieu.

» Ces considérations m'ont amené à répéter les expériences de Raulin, dans un milieu non stérilisé, c'est-à-dire en éliminant pour le *Sterigmatocystis* la lutte avec les autres êtres vivants.

» La première question que j'ai étudiée est celle-ci : tous les éléments qui entrent dans la composition du liquide de Raulin sont-ils nécessaires à la nutrition de la moisissure?

» Pour le résoudre, j'ai préparé une série de bains de culture contenant le liquide de Raulin et le même en enlevant successivement un seul élément. Ces bains, composés d'éléments purs, étaient placés dans des ballons de 1^{l}, fermés par un tampon

d'ouate, stérilisés à l'autoclave et mis à l'étuve après ensemencement avec une quantité infime de spores de *Sterigmatocystis*. La quantité de liquide employée était le cinquième de celle utilisée par Raulin dans ses larges cuves, soit : eau, 300; saccharose, 14; acide tartrique, 0,80; nitrate d'ammonium, 0,80; phosphate d'ammonium, 0,12; carbonate de potassium, 0,12; carbonate de magnésium, 0,08; sulfate d'ammonium, 0,05; sulfate de fer, 0,014; sulfate de zinc, 0,014; silicate de potassium, 0,014.

» Toutes les expériences faites de la sorte étant absolument identiques quant à leurs résultats, je me contenterai de donner ceux de l'une d'elles.

	Poids sec du mycélium recueilli. (En grammes.)	Rapport du poids en milieu complet et en milieu privé de certains de ses éléments.
Liquide de Raulin	4,590	
» moins le sulfate de fer	4,586	1,0009
» » le sulfate de zinc	4,585	1,0001
» » le silicate de potassium	4,585	1,001
» » l'acide tartrique	4,580	1,002
» » le sulfate d'ammonium	1,673	2,74
» » le carbonate de potassium	1,354	3,40
» » le nitrate d'ammonium	1,113	4,13
» » le phosphate d'ammonium	0,042	114,7
» » le carbonate de magnésie	0,020	229,4

» La première conclusion qui ressort de ce Tableau c'est que, si, comme l'avait déjà montré Raulin, C, H, O, Az, Ph, S, Mg et K ont été utiles au *Sterigmatocystis*, le sulfate de zinc, le sulfate de fer et le silicate de potassium ne lui ont été d'aucune utilité.

» Un pareil résultat est bien fait pour étonner, surtout en ce qui concerne le zinc, dont la présence, dans les expériences de Raulin, *décuplait* parfois le poids du mycélium. On sera moins surpris, si l'on remarque que le sulfate de zinc est un antiseptique qui, dans les expériences faites en milieu non stérilisé, empêche le développement des organismes étrangers et, par suite, favorise grandement celui du *Sterigmatocystis* : celui-ci ne lui résiste que grâce à sa vigoureuse constitution. En effet, dans mes recherches, j'ai constaté que le sulfate de zinc est légèrement nuisible à ce dernier : il est facile de constater que, dans la série des cultures ci-dessus énumérées, celle qui ne contient pas de sulfate de zinc prend une avance manifeste, et celle-ci devient encore plus considérable dans les jours suivants; ce n'est qu'ultérieurement que les autres cultures la rattrapent : le sulfate de zinc *retarde* donc le développement de la Mucédinée. D'autre part, j'ai reconnu que cette même substance *tue* le jeune mycélium

quand celui-ci est insuffisamment nourri. Ainsi, en cultivant le *Sterigmatocystis* sur les liquides ci-dessous :

Eau	300	Eau	300
Glucose	14	Glucose	6
Acide tartique	0,8	Phosphate d'ammonium	1
Carbonate de magnésie	0,15	Carbonate de magnésie	0,15
Azotate d'ammonium	3	Acide tartrique	0,8

on obtient un mycélium peu abondant, il est vrai, mais manifeste cependant et se couvrant même de spores noires. Or, si, à ces mêmes liquides, on ajoute 0,014 de sulfate de zinc, on n'obtient *pas trace* de mycélium.

» L'inutilité du silicium n'est pas aussi remarquable, car, dans les expériences de Raulin, le rapport du poids de mycélium du liquide intégral au poids de mycélium du liquide sans silicate n'est, au maximum, que de 1,4, rapport vraiment voisin de l'unité. La petite différence (0,4) tient sans doute à ce que la méthode de Raulin était moins précise que la mienne ou à d'autres circonstances que j'ignore : peut-être la silice agit-elle *physiquement* en imprégnant la membrane, en la durcissant et lui permettant, par suite, de résister à l'envahissement par les parasites.

» Enfin, pour le fer, Raulin lui-même remarquait qu'il n'avait sans doute pas une influence directe sur la nutrition du *Sterigmatocystis* et avait pour but d'empêcher le développement de produits nuisibles dans la culture. D'après mes expériences, il faut croire que ce poison, un peu problématique d'ailleurs, ne se forme pas en milieu stérilisé.

» Je ferai remarquer enfin que, dans le liquide privé d'acide tartrique, Raulin n'obtenait pas trace de mycélium par suite de l'absence d'acidité et l'envahissement par les microbes. Dans mes expériences, la culture est d'abord insignifiante, puis, tout à coup, prend un développement énorme. Or, en prélevant de temps à autre une goutte de liquide, on constate qu'au début le liquide est légèrement alcalin et que, au moment où le mycélium devient luxuriant, le liquide est acide. Le *Sterigmatocystis*, mis dans des circonstances où il n'a pas l'acidité qui lui est indispensable pour croître beaucoup, est donc capable de fabriquer lui-même cet acide. Dans une circonstance analogue, Raulin avait déjà constaté l'apparition de cette acidité et l'attribuait aux *Infusoires* : mes expériences permettent d'assurer que ceux-ci n'en sont pas la cause. Je laisse aux chimistes le soin de dire si l'acide est sécrété par le champignon lui-même ou s'il provient, par suite de la vitalité du mycélium, de la décomposition de l'un des sels du mélange nutritif.

» En résumé :

» 1° Le fer, le silicium et le zinc ne sont d'aucune utilité dans la nutrition du *Sterigmatocystis nigra ;*

» 2° Le zinc, même, retarde le développement du mycélium quand la nourriture est abondante et le tue quand il est mal nourri ;

» 3° Le mycélium est susceptible de fournir lui-même l'acidité nécessaire à son entier développement. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie des rameaux du Figuier.* Note de M. A. **Prunet**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Le Figuier est fréquemment atteint, dans le sud-ouest de la France, d'une maladie qui peut présenter un véritable caractère de gravité et qui se développe dans les conditions suivantes :

» Les figues qui se sont formées au cours d'une saison n'arrivent généralement pas toutes à leur maturité avant les premiers froids de l'automne. Celles qui n'ont pu mûrir sont envahies sur les arbres mêmes par divers champignons dont le plus fréquent est un *Botrytis*.

» Les figues envahies par ce *Botrytis* se *momifient*, c'est-à-dire qu'elles durcissent en se ridant et en diminuant de volume. Leur surface se couvre de fructifications de *Botrytis*, et quelques-unes portent, en outre, par places, de petits sclérotes noirs chagrinés. Elles restent fixées à l'arbre par leur pédoncule pendant tout l'hiver et souvent même pendant le printemps ou l'été suivants.

» A la fin de l'hiver ou plus tôt, si le temps est doux, la plupart des rameaux qui portent ces figues s'altèrent progressivement. Leur écorce se déprime autour de la base du pédoncule en se ridant et en prenant une teinte rougeâtre, et cette altération se propage tout autour du rameau et en même temps vers son sommet et vers sa base. Sur une section, on peut constater que les parties déprimées de l'écorce et le bois sous-jacent présentent une teinte brune et paraissent mortifiés.

» Si c'est un rameau latéral, entièrement formé dans l'année, qui est ainsi altéré, il meurt généralement tout entier et la mortification gagne même parfois le rameau plus âgé qui le porte. Si l'altération intéresse en premier lieu la portion terminale formée dans l'année d'un rameau âgé, elle peut s'étendre à la portion du rameau qui a deux ans et même à des portions plus âgées.

» Il arrive parfois que des figues pourrissantes et encore molles se détachent, tombent sur des rameaux et y adhèrent. Si ces figues sont envahies par le *Botrytis*, elles servent habituellement de point de départ à des altérations comparables aux précédentes, quels que soient d'ailleurs l'âge du rameau et le point de ce rameau sur lequel les figues sont tombées. Toutes les parties du rameau situées au-dessus de la figue meurent. De grosses branches peuvent ainsi périr.

» Les fructifications d'un *Botrytis* identique à celui des figues momifiées apparaissent sur les rameaux mortifiés lorsque le temps est humide. Elles forment ordinairement d'épais coussinets qui se développent d'abord en des points voisins des figues et ensuite en des points plus éloignés. Dans la chambre humide, toute la surface des rameaux mortifiés se couvre de fructifications de *Botrytis*. De petits sclérotes, semblables à ceux des figues, peuvent se former à la surface de l'écorce.

» On vient de voir que la mortification des rameaux a toujours pour point de départ une figue momifiée par le *Botrytis* et que toujours aussi les fructifications du *Botrytis* se montrent sur les rameaux mortifiés; cela

permet de penser que la maladie est due au passage du *Botrytis* des figues momifiées dans les rameaux qui les portent et à son développement parasitaire dans ces rameaux. Cette interprétation est entièrement confirmée par les expériences suivantes :

» 1° Le 12 novembre dernier, six figues encore molles et portant des fructifications de *Botrytis* sont attachées à l'aide d'un fil sur six entre-nœuds appartenant à six rameaux différents, dont 3 d'un an et 3 de deux ans. Du 10 au 22 décembre, 5 de ces rameaux commencent à s'altérer au-dessous et autour des figues; par la suite, des fructifications de *Botrytis* apparaissent à leur surface.

» 2° Le 12 novembre dernier, 6 fragments de papier buvard trempés dans de la gélose nutritive sont placés sur 6 entre-nœuds qui sont ensuite enfermés, après ensemencement de la gélose par des spores de *Botrytis*, dans de larges tubes de verre fermés avec des tampons de coton maintenus humides ; 4 à 6 jours après, des fructifications de *Botrytis* apparaissent sur la gélose, et, 14 à 19 jours plus tard, l'écorce commence à se déprimer autour et au-dessous du papier. Des fructifications de *Botrytis* se montrent ensuite sur les parties mortifiées.

» 3° L'expérience précédente est répétée en supprimant la gélose et ensemençant directement les entre-nœuds humectés d'eau. Elle n'a aucune suite.

» Ces expériences ne démontrent pas seulement le parasitisme du *Botrytis* du Figuier, elles font connaître en outre les conditions qui doivent être réalisées pour que ce parasitisme puisse se manifester : le parasite ne peut, à l'aide des tubes germinatifs de ses spores, pénétrer dans des tissus vivants protégés par une couche de liège, mais il peut toutefois les envahir à l'aide de son mycélium après un certain stade de développement saprophytique.

» Ce développement saprophytique préliminaire s'effectue naturellement dans les figues restées sur place ou tombées accidentellement sur les rameaux.

» La teinte brune des rameaux mortifiés est due à l'altération du contenu cellulaire ; les membranes sont très peu modifiées. Le mycélium du parasite est plus développé dans l'écorce que dans le bois. Dans l'écorce, il est intercellulaire et détermine, à la fin, la dissociation des cellules. Dans le bois, il est surtout intracellulaire et intravasculaire et laisse les éléments anatomiques unis entre eux. L'altération du contenu cellulaire paraît toujours précéder l'arrivée du mycélium. Les filaments mycéliens sécrètent une substance toxique qui tue d'abord les cellules et ce n'est qu'après leur mort que le parasite utilise leur contenu pour se nourrir. Cet empoisonnement à distance est d'une observation particulièrement facile dans

le bois où le mycélium et la substance toxique empruntent fréquemment la voie des vaisseaux et où les premières cellules tuées sont d'habitude celles qui entourent immédiatement les vaisseaux.

» Les sclérotes, que l'on trouve assez rarement d'ailleurs sur les figues ou sur les rameaux, n'ont jamais fourni, même après une année, que la forme *Botrytis*, il n'est point possible de dire dès lors à quelle espèce de *Sclerotinia* appartient le champignon du Figuier. Sous sa forme *Botrytis*, il peut être rapporté au *Botrytis vulgaris* Fr. tel que l'a défini Wehmer ([1]).

» La proportion des jeunes rameaux de Figuier tués par le *Botrytis*, au cours d'une saison, varie beaucoup; elle peut être considérable: je l'ai vue atteindre les $\frac{2}{3}$ du nombre total des rameaux. Le dommage qui en résulte pour l'arbre est aggravé par cette circonstance que les rameaux morts favorisent la multiplication d'un Scolytien, l'*Hypoborus Ficus* Erich., qui est un dangereux ennemi du Figuier. Sous l'action combinée du champignon et de l'insecte, les Figuiers habituellement attaqués par le *Botrytis* perdent leurs branches principales et leurs tiges que remplacent des rejets, à leur tour attaqués plus tard, jusqu'à ce que les arbres meurent enfin tout entiers.

» Ces accidents peuvent être heureusement prévenus par l'enlèvement de toutes les figues qui restent encore sur les arbres à la fin de la saison. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la phthiriose, maladie de la Vigne causée par le* Dactylopius Vitis *et le* Bornetina Corium. Note de MM. **L. Mangin** et **P. Viala**, présentée par M. L. Guignard.

» La phthiriose exerce des ravages assez considérables dans les vignobles de la Palestine.

» Les échantillons qui nous ont été adressés pendant plusieurs années sont caractérisés par l'existence, sur les racines d'âge varié, d'un épais manchon, plus ou moins régulièrement cylindrique, ayant la consistance un peu élastique du cuir quand les échantillons sont frais, puis devenant très dur et cassant par la dessiccation. Si l'on fend le manchon encore frais dans sa longueur et qu'on l'étale, sa face interne se montre tapissée d'une masse floconneuse d'un blanc de neige, épaisse de 2^{mm} à 3^{mm}, et entourant la racine à divers degrés de désorganisation. Dans cette masse flocon-

---

([1]) *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten*, Bd. IV, p. 204-210.

neuse légère, on trouve des Cochenilles à tous les états de développement; ces Cochenilles constituent le *Dactylopius Vitis*.(Nzdelsky), qui a été signalé en d'autres régions (France, Algérie, Tunisie). La masse floconneuse est constituée par la sécrétion filamenteuse des Cochenilles et par un mycélium qui devient très compact dans la partie externe du manchon et agglutine une masse considérable de grains de sable et de particules terreuses.

» Sur des échantillons plus avancés, la masse floconneuse interne se couvre d'une couche pulvérulente semblable à de la poudre de chocolat; cette poudre est formée par les spores du Champignon dont le mycélium forme la masse principale de la gaine entourant les racines. C'est une espèce nouvelle, vraisemblablement une Urédinée, que nous avons nommée *Bornetina Corium* (Mangin et Viala). Par son mode de vie, par son organisation, le *Bornetina Corium* constitue un type tout à fait spécial parmi les Champignons.

» Nos observations établissent que la phthiriose est produite par l'association, presque une symbiose, de la Cochenille, le *Dactylopius Vitis* et du Champignon, le *Bornetina Corium;* ce dernier protégeant la Cochenille, pendant sa vie souterraine, durant la longue période de sécheresse qui règne à l'époque actuelle en Palestine, de février à octobre.

» La phthiriose, nos études détaillées sur les textes le prouvent, est l'ancienne maladie de la Bible et du Talmud, le *tóla'at* de la vigne des Hébreux, le φθεὶρ de Posidonius et Strabon, le *ver* de la Vigne des auteurs arabes (Témimi). Tous les auteurs anciens indiquent le *ver* comme vivant sur les racines et sur les organes extérieurs, ainsi que les procédés de traitement, qui consistaient, aux époques anciennes, à arrêter la descente de l'insecte sur les racines (mélange de bitume de Judée et d'huile appliqué sur le tronc). Ce *ver* n'était autre que le *Dactilopius Vitis*, que l'on retrouve sur tout le bassin maritime du sud de l'Europe, du nord de l'Afrique et de l'ouest de l'Asie.

» Nous avons étudié cette Cochenille en Europe et en Afrique. Or, elle n'existe sur les racines qu'en Palestine; partout ailleurs (France, Algérie, Tunisie), elle est cantonnée sur les organes extérieurs et hiverne sous les écorces du tronc de la Vigne. Actuellement, en Palestine, elle ne vit presque jamais sur les rameaux; pendant 3 années de recherches faites pour nous, on ne l'a observée qu'une seule fois, et l'on n'a trouvé que cinq ou six insectes sur les grappes sous l'épais feuillage du cep. Les écrits des auteurs anciens semblent au contraire indiquer qu'elle était jadis fréquente non seulement sur les racines des vignes palestiniennes, mais aussi sur les rameaux.

» Nous avons démontré expérimentalement que la vie souterraine du *D. Vitis* est le résultat direct de l'extrême sécheresse du climat, ce qui corrobore les dires des géographes et talmudistes qui admettent un changement climatérique survenu en Syrie après l'époque hébraïque. La Cochenille radicicole de Palestine, mise en terre sous le climat de Paris, remonte sur les rameaux et vient hiverner sons les écorces; d'autre part, des pots infestés avec des insectes vivant sur les tiges, mis progressivement dans une atmosphère très chaude et très sèche, nous ont montré les Cochenilles descendant bientôt dans le sol et se fixant aux racines. En Tunisie, pendant les années de grande sécheresse, nous avons aussi noté la descente dans le sol sur les racines. Le même fait a été observé au Caucase par Nzdelsky et par nous, dans la Gironde, pendant l'année exceptionnellement chaude et sèche de 1893.

» Le *D. Vitis*, en vivant sur les racines, dégorge, par ses piqûres, des quantités considérables de liquide, aux dépens duquel se produit bientôt le développement du *Bornetina Corium* dont le mycélium forme un manchon qui enveloppe entièrement les racines, mais ne pénètre jamais leurs tissus. Le manchon laisse toujours un vide et c'est dans ce couloir annulaire à mycélium floconneux que les *Dactylopius* circulent et piquent les racines, renouvelant ainsi, d'une manière constante, le liquide dont ils se nourrissent et qui nourrit le Champignon dont le feutrage protège l'insecte contre la dessiccation. Mais, les racines, épuisées par ces piqûres répétées, finissent par mourir; la Cochenille émigre alors sur de nouvelles racines. A ce moment, le manchon mycélien, qui était souple comme du cuir ou du caoutchouc, se rétrécit en se desséchant et les spores apparaissent sur sa face interne. Les Cochenilles, couvertes de ces spores qu'elles retiennent par leurs ornements, les emportent avec elles; cette dissémination des spores est encore facilitée par les Fourmis, qui vivent souvent à côté des *Dactylopius* sous le feutrage mycélien.

» Des expériences comparatives, conduites en Palestine, nous ont permis de fixer le traitement de cette maladie par l'emploi du sulfure de carbone injecté dans le sol et appliqué avant la formation du feutrage mycélien qui s'oppose, par son imperméabilité, à la pénétration des vapeurs destructives dans les couloirs habités par les Cochenilles. »

BOTANIQUE. — *Sur une liane à caoutchouc du Bas-Congo*. Note de M. E. DE WILDEMAN, présentée par M. Guignard.

« L'étude des plantes à caoutchouc de l'Afrique tropicale avance petit à petit; mais, au fur et à mesure que l'on fait des progrès dans cette étude,

on s'aperçoit que le nombre des espèces capables de fournir un produit utilisable s'accroît considérablement. La plupart de ces producteurs de caoutchouc appartiennent cependant à la famille des Apocynacées, mais doivent se ranger dans divers genres et non, comme on le croyait il n'y a pas bien longtemps encore, dans le seul genre *Landolphia*.

» La plante que nous désirons signaler ici nous avait été envoyée il y a déjà longtemps du Bas-Congo, mais c'est en 1902 seulement que nous avons reçu par l'intermédiaire de M. Arnold, directeur du Service de l'Agriculture de l'État Indépendant du Congo, des échantillons fleuris de cette essence caoutchoutifère. Elle appartient au genre *Clitandra*, dont plusieurs espèces semblent fournir du caoutchouc; le *C. Henriquesiana* K. Schum. de l'Angola produirait une partie du *caoutchouc des herbes*, le *C. cirrhosa* Radlk. donnerait, d'après les renseignements de la mission Foureau, un bon caoutchouc, mais il faut émettre quelque doute sur la détermination de cette espèce qui, comme nous avons pu le voir et nous l'a fait remarquer M. Bonnet, se rapproche sensiblement du *C. Schweinfurthii* Stapf.

» La plante nouvelle, dont le caoutchouc s'obtient en faisant bouillir le latex dans l'eau, est voisine du *C. orientalis* K. Schum., endémique dans l'Afrique orientale allemande (Karagoué, Bukoba), mais elle diffère par les lobes de la corolle plus courts que le tube et par les caractères énoncés dans la description ci-dessous. Ne possédant pas d'échantillons du *C. orientalis* en herbier, nous avons prié M. le Professeur K. Schumann de bien vouloir comparer un échantillon de notre plante avec le type conservé à Berlin; nous nous empressons de remercier M. le Professeur Schumann de son amabilité.

» *Clitandra Arnoldiana* de Wild, nov. sp. — Liane à tiges glabres, à rameaux à écorce luisante, brunâtre, à lenticelles nombreuses. Feuilles oblongues ou oblongues lancéolées, obtusément accuminées, à acumen de 10^{mm} environ de long, cunéiformes à la base, rétrécies en un pétiole de 6^{mm}-10^{mm} de long, à limbe de 9^{cm}-14^{cm} de long et 3^{cm}-5^{cm},5 de large, coriace, glabre sur les deux faces, mais non luisant, à nervures secondaires au nombre de onze environ de chaque côté de la nervure médiane, obliques, anostomosées en arc avant d'atteindre le bord, nettement proéminentes sur les deux faces, ainsi que les nervures secondaires. Inflorescences axillaires et terminales, en panicules composées, multiflores, opposées, atteignant 25^{mm} de long et presque aussi larges, à pédoncule court, velues; bractées petites; pédicelles de 1^{mm}-1^{mm},5 de long. Calice de 1^{mm}-1^{mm},5 de long, pubescent extérieurement, à segments ovales. Corolle à tube courtement pubescent, globuleux à la base, rétréci assez brusquement au-dessus du niveau de l'extrémité du calice, puis s'élargissant et se rétrécissant insensiblement jusqu'à la gorge, atteignant, dans sa partie la plus large, environ 1^{mm},5 de diamètre et 4^{mm}-5^{mm} de long; lobes oblongs linéaires, pubescents extérieurement, glabres ou à pubescence éparse sur la face interne, velus à la gorge,

de $2^{mm},5$-$3^{mm},5$ de long et 1^{mm} environ de large. Anthères insérées à la base du renflement médian du tube. Ovaire glabre, ovoïde, à style court, à stigmate capité. Hab. : district des Cataractes (1902). Nom vern. : *Malumbo*.

» Nous possédons en herbier d'autres espèces du même genre *Clitandra*, réputées comme fournissant également du caoutchouc; parmi celles-ci, certaines appartiennent au groupe du *C. orientalis* K. Schum, d'autres au même groupe que le *C. Mannii* Stapf; nous aurons peut-être l'occasion de revenir ultérieurement sur ces plantes de valeur économique. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur l'activité végétative aux époques anciennes.* Note de M. B. Renault, présentée par M. Bornet.

« La variété et la taille des végétaux rencontrés à l'époque houillère prouvent une activité végétative remarquable, soit parce que les plantes étaient parfaitement adaptées au climat du milieu où elles vivaient, soit parce que les substances fondamentales de leur constitution n'avaient pas encore eu le temps de s'affaiblir dans une série illimitée de filiations. Cette exubérance végétative se retrouve à l'intérieur de beaucoup de tissus des plantes houillères.

» La figure 1 est une coupe transversale d'un pétiole d'*Anachoropteris pulchra* du terrain houiller, caractérisé par une bande vasculaire horizontale recourbée en spirale aux deux extrémités comme dans les Osmondées. Les vaisseaux volumineux sont ponctués, leur intérieur est rempli d'un tissu cellulaire (*fig.* 2), non formé de thylles, car aucune des cellules n'est en relation avec l'extérieur à travers les parois des vaisseaux, c'est un tissu indépendant qui a pris sans doute naissance aux dépens du contenu des vaisseaux : plasma et noyaux des cellules génératrices des vaisseaux, qui auraient conservé pendant quelque temps leur vitalité [1].

» D'autres organes présentent également des exemples remarquables d'activité cellulaire. La figure 3 est une portion de tissu du sac embryonnaire d'un *Stephanospermum;* les cellules en sont disjointes par le travail du *Micrococcus priscus* mesurant $0^{\mu},5$ à 1^{μ} et dont on voit une colonie (*fig.* 7) prise à l'intérieur du sac. Entre les cellules et à leur surface, le microscope montre des bacilles longs de $5^{\mu},8$ et larges de 1^{μ} à 2^{μ} qui se présentent sous la forme de bâtonnets grêles, ondulés, transparents,

---

[1] M. Williamson a mentionné (*On the Organisation of the fossil Plants of the coal Measures,* p. 327), un pétiole de *Rachiopteris insignis* (*Botryopteris gramma* ou *Grammatopteris,* 1875, Étude du genre *Botryopteris* B. Renault) dont les vaisseaux sont également remplis de cellules qu'il regarde comme des thylles, le dessin n'indique pas cette origine. (*Ann. Sciences naturelles : Botanique.*)

Fig. 1.

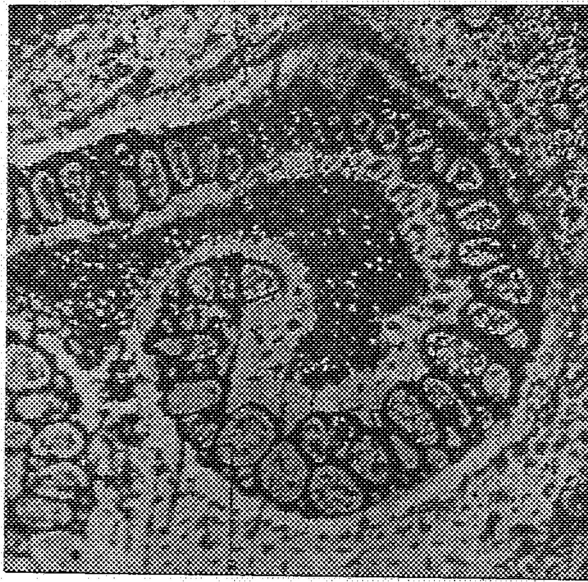


Fig. 2.



Fig. 3.

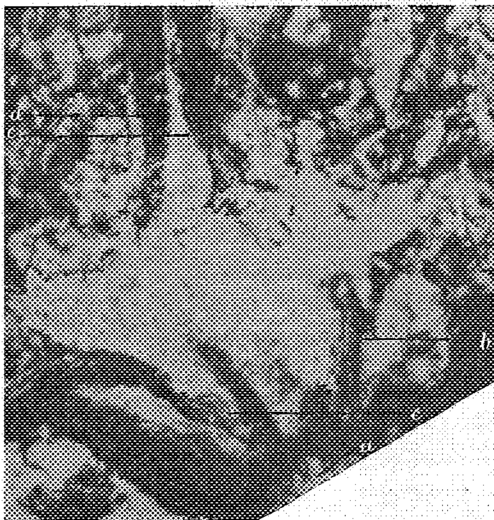


Fig. 4.

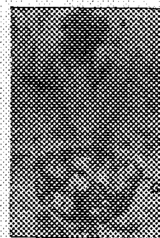


Fig. 5.



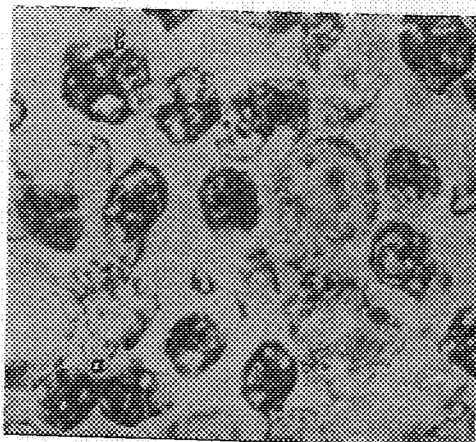
Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



réunis quelquefois en chaînettes de deux ou trois articles. Ces différentes bactériacées ont eu pour effet de disjoindre les cellules du sac embryonnaire, celles-ci mesurent environ 38$^{\mu}$ de diamètre, et de permettre de reconnaître que beaucoup d'entre elles contiennent d'autres cellules plus petites *a*, *b* mesurant 26$^{\mu}$.

» Un autre exemple remarquable est offert par l'organisation des grains de pollen de l'époque. Nous avons décrit [1] les pollens des *Stephanospermum*, des *Dolerophyllum*, etc., celui des Cordaïtes (*fig.* 4, 5, *a*, *b*, *fig.* 6, *a*), qui montrent une intine renfermant un prothalle composé de 8 à 12 cellules; les grains de pollen des Gymnospermes actuels ne montrent que 3 ou 4 cellules formant le prothalle.

» Dans les exemples cités et qu'on pourrait multiplier il y a donc une activité de production de cellules plus grande que de nos jours.

» Cette activité était favorisée par un développement notable de la partie vasculaire nourricière des organes. Nous avons montré [2] que le sac embryonnaire des *Stephanospermum* était enveloppé par des faisceaux trachéens qui se recourbaient au-dessus de lui et passaient au-dessous de la chambre pollinique, entre elle et le sac embryonnaire. Les étamines des Cordaïtes ont leur filet traversé par un faisceau vasculaire important qui se subdivise en autant de branches qu'il y a d'anthères pour y pénétrer (*fig.* 3).

» Dans les Fougères de la famille des Botryoptéridées dont les sporanges sont souvent disposés par quatre ou cinq en bouquets formant des glomérules, le pédicelle commun est traversé par un vaisseau vasculaire qui, dans le genre *Zygopteris*, se divise en autant de petites branches qu'il y a de sporanges; dans le genre *Botryopteris* les branches s'aplatissent en deux lames minces appliquées sur l'endospore.

» *Conclusions.* — 1° De ce qui précède, il résulte que les tissus cellulaires ont eu autrefois une activité de formation plus grande qu'actuellement;

» 2° Que cette activité était favorisée par un développement vasculaire approprié. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur un type spécial de dunes de la bordure saharienne.* Note de M. **B.-P.-G. Hochreutiner**, présentée par M. de Lapparent.

« Tous les manuels de Géologie parlent des dunes comme de tas de sable mouvant qui se déplacent peu à peu dans la direction des vents prédominants et qui occupent des étendues toujours plus considérables [3].

---

(1) *Sur quelques pollens fossiles* (*Comptes rendus*, 18 août 1902).

(2) *Cours de Botanique fossile*, 1885 (*Pl. XXI*, *fig.* 8, *tr*).

(3) De Lapparent, *Traité de Géologie*, t. I, p. 139. Paris, 1893.

» La dune d'Aïn-Sefra, dans le sud de la province d'Oran, ne présente pas cette particularité. C'est bien une formation éolienne et une accumulation de sable mouvant, en ce sens qu'on enfonce jusqu'à la cheville dans le sable dépourvu de végétation; mais l'ensemble est absolument fixe et ne possède en aucune façon le caractère envahissant qui d'ordinaire rend les dunes si dangereuses.

» Quelques indications sur la topographie de la contrée feront comprendre l'origine de ce phénomène.

» La large vallée longitudinale de l'Oued-el-Bridj (¹) est orientée sensiblement EW; elle est bornée au sud par le Djebel-Mekter et au nord par les Djebel-el-Haïreck et Djebel-Aïssa. Perpendiculairement, et allant à peu près du nord au sud, s'embranche la vallée « Feidjet-el-Betoum » qui s'ouvre au nord sur les hauts plateaux, et qui est parcourue par la voie ferrée. Cette vallée passe entre les deux chaînes des Djebel-Haïrech et Djebel-Aïssa et s'abaissant peu à peu elle aboutit exactement en face du Djebel-Mekter qui s'allonge transversalement. Le long du versant septentrional de cette dernière chaîne et parallèlement à celle-ci s'étend la dune, dont la longueur est de 25^{km} à 30^{km}, la largeur de 2^{km} à 4^{km} et la hauteur maxima de 200^{m} au plus. Elle est à une certaine distance de la montagne, 50^{m} à 150^{m} environ, et Aïn-Sefra est construit au pied de son versant nord. Ajoutons que les montagnes mentionnées s'élèvent à environ 1000^{m} au-dessus de la plaine. Une première constatation permet déjà de supposer que la dune est stable, c'est la présence du village arabe qui est assez ancien et qui n'a pas été envahi par le sable.

» Voici l'origine de cette formation :

» Presque chaque soir un violent courant d'air se fait sentir à Aïn-Sefra. Il vient du nord par le Faidjet-el-Bétoum, il traverse la vallée de l'Oued-el-Bridj en soulevant des nuages de poussière et vient se briser contre les flancs du Djebel-Mekter, en laissant déposer le sable qu'il charriait avec lui. Comme ce courant est tout à fait local, il est arrêté net et n'enjambe pas la montagne, fort élevée du reste. Nous avons pu constater cette particularité pendant une excursion au Djebel-Mekter : à mesure que nous descendions du sommet le vent commençait à se faire sentir, mais il était faible; nous apercevions cependant du milieu de la vallée des nuages de poussière qui ne laissaient aucun doute sur son intensité en cet endroit.

» En effet, arrivés sur la dune, le vent était très violent et à Aïn-Sefra il soufflait en tempête, nous emplissant de sable la bouche et les yeux.

» Il est donc certain que la dune a pour origine cette pluie de sable presque quotidienne, tombant sur un espace parfaitement délimité de la vallée. Elle offre même une disposition caractéristique : son sommet le plus élevé et sa plus grande largeur se trouvent en face de l'ouverture du Faidjet-el-Bétoum. De là elle va en s'amincissant à l'est et à l'ouest. En

(¹) Pour l'orthographe des noms de localités, nous nous en tenons à la Carte d'État-Major du $\frac{1}{800000}$ F. 3.

outre dans le Faidjet-el-Bétoum on remarque de nombreux signes d'une érosion active par le vent du nord.

» Aussi est-il inutile de fixer cette dune, comme on a cherché à le faire, et la seule précaution à prendre serait d'empêcher l'apport du sable qui vient tomber sur le morceau déjà existant. Pour cela il conviendrait de barrer le Faidjet-el-Bétoum par des plantations d'arbres, ce qui paraît possible puisqu'il y a de l'eau en plusieurs endroits, à Tircount par exemple et à Bellef-Loufa.

» La formation éolienne d'Aïn-Sefra ressemble à s'y méprendre à une dune mouvante. Dépourvue de végétation dans sa partie supérieure, elle présente une surface ondulée formée par une foule de petites dunes élémentaires mobiles, comme on en rencontre sur toutes les grandes dunes de l'Erg. Aussi l'administration militaire s'est-elle efforcée d'établir des plantations diverses destinées à prévenir les empiétements. Ces plantations sont d'une très grande importance, puisqu'elles ont permis la création d'une véritable forêt artificielle aux environs du bureau arabe et que chaque pouce de terrain gagné sur le sable a de la valeur pour l'agriculture, vu la fertilité extraordinaire de ce sol.

» Mais le danger d'un envahissement par la dune n'est pas imminent.

» M. Rolland a remarqué déjà le peu de mobilité des grandes dunes du désert (1); il constate pourtant un déplacement général, mais lent, vers le SE.

» M. Rolland constate aussi l'influence du relief, mais les accidents de terrain observés étant peu élevés, et les vents n'étant pas de simples courants locaux, il voit que : « Les dunes suivent les vallées, qu'elles remplissent complètement ou dont elles » occupent un flanc, généralement le flanc méridional (2) ».

» Dans le Sud nous avons observé aussi, à plusieurs reprises, ces dunes appliquées contre les flancs de la montagne, mais elles ne ressemblent en rien à celle d'Aïn-Sefra, séparée du Djebel Mekter par un large vallon.

» Ce dernier n'est pas le résultat du remous créé par un obstacle, contre lequel vient s'appuyer une dune normale en formation, il est beaucoup trop grand pour cela. Il provient de la diminution de pression du vent qui s'arrête au voisinage de la montagne.

» On pourrait objecter que cette position est due à une inégalité de terrain qui aurait servi d'axe à la dune. Mais un oued qui traverse cette dernière montre un plancher absolument plat.

» Quant au courant d'air local qui a formé la dune d'Aïn-Sefra nous nous l'expliquons comme suit :

» Les hauts plateaux sont des plaines où le rayonnement est très intense.

---

(1) ROLLAND, *Bull. soc. géol. Fr.*, 3e série, t. X, 1881-1882, p. 45-46.
(2) ROLLAND, *loc. cit.*, p. 41.

Dès que le soleil est couché, l'air s'y refroidit très vite. Au contraire, entre les chaînons du Djebel-Amour l'atmosphère conserve sa chaleur. Il en résulte un courant ascendant d'air chaud, et l'air froid des hauts plateaux afflue brusquement dans les bas-fonds.

» Ce vent du nord ne va pas au delà des montagnes, parce que le Sahara qui s'étend plus loin se trouve à peu près dans les mêmes conditions de refroidissement rapide que les hauts plateaux.

» Entre le Djebel Morghad et le Djebel Guettar se trouve aussi réalisée une disposition semblable à celle que nous venons d'étudier, et là aussi il y a une dune isolée de même nature. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la réduction d'oligiste en magnétite par les hydrocarbures.* Note de M. L. **De Launay**, présentée par M. Michel Lévy.

« Les grands gisements de fer scandinaves renferment, en principe, une association d'oligiste et de magnétite, dans laquelle tantôt l'un tantôt l'autre de ces oxydes domine, sans que les causes ayant amené un état d'oxydation plus ou moins avancé du fer apparaissent toujours bien clairement. Il peut, dès lors, être intéressant de noter, au moins à titre exceptionnel, une cause qui, dans certains cas, a très nettement déterminé la transformation de l'oligiste en magnétite : c'est l'existence d'hydrocarbures, amenés par des filons de quartz ou de pegmatite traversant l'oligiste. Si l'on connaissait mieux le processus du métamorphisme qui a constitué à la fois les gisements de fer sous leur forme actuelle et les terrains gneissiques encaissants, peut-être serait-on conduit à voir, dans cette intervention d'hydrocarbures relativement profonds, un phénomène beaucoup plus général et plus important qu'on ne le croit d'abord. En tout cas, la présence de ces hydrocarbures abondants dans un remplissage nettement filonien au milieu des gneiss se rattache à tout un ensemble de considérations sur le rôle des carbures dans les formations métallifères, que je me propose de développer ultérieurement.

» L'observation dont il s'agit a été faite aux mines de Grängesberg, en Suède, sur l'amas dit de *Bergsbogrufvan*. Cet amas est traversé par de nombreux filons de pegmatite ou de quartz, dans lesquels, par un phénomène que j'ai retrouvé en Laponie à Gellivara (Vällkomman et Linné) et à Norberg, en Westmanland, a cristallisé de l'oligiste en grands cristaux. Les filons de quartz, qui dérivent évidemment des pegmatites, sont presque constamment chargés de produits bitumineux abondants et l'on observe, à leur voisinage, une réduction incontestable d'oligiste en magnétite. Tandis que l'ensemble de l'amas est formé d'oligiste à grain très fin et très brillant, on

constate, en se rapprochant des filons hydrocarburés, à une distance à peu près égale à la largeur de ceux-ci, un développement curieux d'octaèdres de magnétite, d'abord espacés, puis de plus en plus rapprochés, qui a, paraît-il, fait donner à la montagne le nom de *Sjustjernsberget* (montagne des Pléiades). Quand on arrive au contact, le minerai n'est plus que de la magnétite grenue.

» J'ai, par exemple, étudié le fait sur un filon de 1^m de large, formé de pegmatite très quartzeuse avec grosses géodes de bitume et très grands cristaux d'oligiste. Le long de ce filon, on a, sur $0^m,20$ de large, de la magnétite en grains de $0^m,003$; puis $0^m,15$, sur lesquels l'oligiste contient de gros cristaux espacés de magnétite, atteignant près de $0^m,01$ de côté; enfin $0^m,60$, sur lesquels l'oligiste poudreuse renferme encore de loin en loin un peu de magnétite le long de fissures; après quoi, on ne trouve plus que de l'oligiste (1).

» Ce fait peut être rapproché de nombreux exemples recueillis par moi en visitant les gisements suédois, dans lesquels des filons de quartz ou de pegmatite renferment des bitumes liquides ou solides (Norberg, etc.) (2). Il est également à assimiler avec l'existence de pegmatites à graphite (Ceylan, Ticonderoga), ou de roches semblables à diamant (Brésil, Inde). D'autre part, on remarque de même, au gîte de la Camerata, dans la province d'Oran en Algérie, la réduction de l'oligiste en magnétite le long d'un filon de basalte et, si l'on se rappelle l'abondance de l'acide carbonique associé aux basaltes, on peut supposer que, là aussi, les hydrocarbures ont pu jouer un rôle.

» Pour préciser cette observation, j'ai examiné au microscope le quartz à hydrocarbures. Ce quartz est absolument criblé d'inclusions liquides à bulle mobile; l'association du chlorure de sodium avec les hydrocarbures, qui constitue un fait si général, se retrouve donc dans ce filon. Le bitume lui-même, analysé à l'École des Mines, dans le laboratoire de M. Chesneau, s'est entièrement dissous dans le chloroforme, et l'on y a reconnu une proportion de 1 pour 100 de soufre.

» Enfin, j'ai réussi à reproduire synthétiquement la réaction qui a réduit l'oligiste en faisant intervenir sous pression l'hydrocarbure le plus habituel dans la nature, un pétrole, sur de l'hématite jaune. Il n'était pas nécessaire d'agir à haute température puisqu'à 400° la dissociation des hydrocarbures donne de l'hydrogène libre, qui réduit le sesquioxyde de fer, suivant une expérience connue. D'ailleurs, la présence des gouttes de bitume liquide prouve que cette température n'a pas été atteinte. Dans une expérience réalisée à l'École des Mines avec le concours de M. Goutal, 30^g d'hématite jaune porphyrisée ont été chauffés avec 30^g de pétrole de Pensylvanie

(1) Les échantillons correspondants ont été déposés à l'École des Mines.

(2) On peut rapprocher de ces bitumes l'anthracite signalé autrefois par Daubrée dans les filons de Kongsberg. J'ai pu m'assurer, sur l'échantillon conservé à l'École des Mines, que contrairement aux bitumes précédents, cet anthracite, qui leur est très analogue d'aspect, ne se dissout pas dans le chloroforme.

dans un tube de cristal d'environ 120^{cm^3}, soudé à la lampe et enfermé dans un canon de fusil. Une température de 250° a été maintenue pendant 17 heures. Au bout de ce temps, une explosion s'est produite et a déchiré le canon de fusil en projetant les plaques de fonte qui le recouvraient. Il a été possible néanmoins de recueillir assez de minerai pour s'assurer qu'il avait été transformé en hématite rouge contenant une proportion sensible de magnétite. En même temps, la réaction sur le pétrole avait donné une substance charbonneuse collée en feuilles minces comme du papier brûlé sur les débris de cristal. Il est possible que l'explosion, produite au bout d'une journée sans modification des conditions de l'expérience, ait été due aux gaz et à la vapeur d'eau développée par la réaction. »

BIOLOGIE. — *Contribution expérimentale à la connaissance de la vie et de la réaction musculaires.* Note de MM. **Ed. Toulouse** et **Cl. Vurpas.**

« Nos recherches cliniques et expérimentales, entreprises chez l'homme et chez l'animal, soit à l'état sain, soit à l'état pathologique, sur la vie propre et les manifestations réactionnelles du muscle, ont porté successivement sur la contraction musculaire généralisée, phénomène physiologique normal, sur la contraction musculaire partielle et sur la contraction étroitement localisée au point directement excité et appelée *nœud* ou *corde*, ces deux dernières étant considérées en clinique comme des phénomènes pathologiques se rencontrant chez des sujets affaiblis ou atteints de quelques troubles biologiques (nerveux, toxi-infectieux, etc.).

» Toutes trois persistent un certain temps après la mort, contrairement aux réflexes tendineux, qui sont des phénomènes essentiellement vitaux. La contraction totale disparaît assez rapidement après la mort (une demi-heure environ); sa persistance est en rapport avec les conditions extérieures environnantes, principalement avec la température ambiante. La contraction locale est celle qui persiste le plus longtemps, et disparaît la dernière; elle dure encore plusieurs heures après la mort. Pendant la vie, sa production est fonction de la déchéance organique et se manifeste en sens direct de cette déchéance.

» Ces diverses réactions musculaires manifestent la vie propre du muscle en lui-même et peuvent s'exercer en dehors de ses rapports avec le reste de l'organisme, ainsi qu'on le remarque soit après la mort, soit après l'isolement d'un muscle, par opposition aux divers réflexes qui sont la traduction des rapports et des actions réciproques du muscle avec le reste de la synthèse biologique, principalement avec le système nerveux et surtout le système nerveux central.

» Il nous a semblé que, dans la vie et les réactions du muscle aux exci-

tations mécaniques, il fallait distinguer plusieurs degrés de complexité croissante :

» I. Dans une vie musculaire tout à fait rudimentaire, le muscle se contente de réagir uniquement au point mécaniquement excité, étape qui correspond à la formation du nœud musculaire. Cette contraction, absolument asynergique, est stérile et n'a aucun rôle fonctionnel.

» II. A un degré plus élevé, la fibre se contracte dans sa totalité, et cette contraction se traduit par un raccourcissement; mais le muscle ne se contracte pas dans tout son ensemble : seules les fibres excitées entrent en contraction. Il en résulte que le mouvement reste sans résultats, ou en tous cas n'est pas susceptible de la précision nécessitée par le jeu délicat des muscles directs et antagonistes dans l'exécution régulière et adaptée d'un mouvement voulu.

» III. Enfin, au plus haut degré de la vie musculaire, on observe la contraction *totale* et *synergique* de tout le muscle sous l'influence d'une excitation mécanique *limitée* et *localisée*. Dès que la contraction est exécutée, le muscle revient à son état primitif et se trouve prêt à recommencer un mouvement commandé, sans avoir été modifié par la contraction précédente. Cette généralisation à tout le muscle d'une excitation limitée, et le retour *ad integrum*, dès que la contraction est achevée, sont la traduction d'une synthèse biologique musculaire parfaite; et elle trouve, pensons-nous, sa réalisation, grâce à des incitations dynamogéniques, mais surtout inhibitoires. C'est grâce à l'inhibition, qui intervient activement pour faire cesser toute réaction commencée et qui tendrait spontanément à se prolonger, que la contraction provoquée par une excitation mécanique cesse immédiatement chez le sujet normal. De la sorte, il est possible au muscle de revenir aussitôt à son état primitif, ainsi réglé soigneusement dans la dépense et la distribution variables avec les besoins biologiques et toujours instables de l'énergie nécessaire à la rapidité et à la bonne exécution des mouvements voulus et commandés.

» Il semble ainsi que, dans les réactions musculaires, il faille distinguer deux vies :

» *a*. L'une, vie propre et autonome, qui se manifeste après une excitation, par une contraction étroitement localisée aux points directement excités : c'est la vie musculaire la plus rudimentaire, mais aussi la plus profonde et la plus intime;

» *b*. L'autre, vie harmonique et traduisant déjà une synthèse supérieure, se manifeste par une contraction proprement dite, qui, à un premier degré,

est limitée aux fibres directement excitées et qui, à un second degré, s'élève et se perfectionne en se généralisant à la totalité du muscle après une excitation localisée.

» Ces deux vies se superposent et évoluent harmoniquement, se pliant aux nécessités et aux exigences de l'organisme, la vie supérieure commandant à la vie propre et empêchant ses manifestations particulières.

» Lorsqu'un trouble physiologique survient dans l'organisme, il en résulte une désharmonie, qui provoque un déséquilibre reactionnel. Il en résulte une arrythmie dans la contraction du muscle, et la vie rudimentaire manifeste alors ses modalités réactionnelles aux excitations.

» C'est ainsi que, dans les modifications pathologiques et la mort, nous descendons progressivement tous les échelons de la réaction musculaire, depuis la contraction totale et synergique, jusqu'à la contraction étroitement localisée au point excité, asynergique et inadaptée, qui se traduit par le phénomène, fonctionnellement stérile, du *nœud* ou de la *corde.* »

M. **Henri Villard** communique les résultats d'expériences faites à Schaerbeek avec un appareil à disques-hélices, dont il est l'inventeur. L'auteur a cherché à mesurer la force ascensionnelle développée par la rotation d'hélices à axes verticaux, dans l'air. Pour cela, il place sur une balance son appareil avec deux hélices à axes verticaux et il détermine la diminution de poids qui se produit quand les hélices tournent.

Le poids total de l'appareil au repos est de 475^{kg}. Les hélices d'un pas de 42^{cm} donnent : 1° en tournant à 60 tours par minute, un soulagement de 100^{kg} en moyenne; 2° en tournant à 70 tours par minute, un soulagement de 135^{kg}.

M. **Aug. Coret** adresse une Note « sur l'emploi, comme moteur, d'un soufflet métallique contenant de l'alcool ».

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 JANVIER 1903.
(Suite.)

Anuario del observatorio astronomico nacional de Tacubaya para el año de 1903, formado bajo la direcion del Ingeniero FELIPE VALLE; año XIII. Mexico, 1902; 1 fasc. in-12.

Annalen der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt 1900. Der schweizerischen meteorologischen Beobachtungen, siebenunddreissigster Jahrgang. Zürich, 1902; 1 vol. in-4°.

Annales du Musée du Congo : Botanique, série I. Illustrations de la Flore du Congo, par EM. DE WILDEMAN et TH. DURAND; t. I, fasc. 8. *Ethnographie et anthropologie,* série III. Notes analytiques sur les collections ethnographiques du Musée du Congo, publiées par la Direction du Musée; t. I, fasc. 1. Bruxelles, 1902; 2 fasc. in-f°.

Annales de l'Observatoire physique central Nicolas, publiées par M. RYKATCHEW; année 1900, 1re et 2e Parties. Saint-Pétersbourg, 1902; 2 vol. in-4°.

Bulletin de la Société ouralienne d'amateurs des Sciences naturelles; t. XXII, Ekathérinebourg, 1901; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; VIIIe série : vol. XI, nos 3 et 8; vol. XII, nos 1-3. Saint-Pétersbourg, 1901; 5 fasc. in-4°.

Beiblätter zu den Annalen der Physik, herausgegeb. v. WALTER KÖNIG; Bd. 27, Heft 1. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1903; 1 fasc. in-8°.

Fifty-seventh annual Report of the Director of the astronomical Observatory of Harvard College for the year ending september 30, 1902, by EDWARD-C. PICKERING. Cambridge, Mass., 1902; 1 fasc. in-8°.

Weekly weather Report, issued by the Meteorological Office; vol. XX, n° 1, week ending saturday, january 10th 1903. Londres, 1 fasc. in-4°.

The Journal of the Franklin Institute, devoted to Science and the mechanic Arts; vol. CLV, n° 1, 78th year, january 1903. Philadelphie; 1 fasc. in-8°.

Andalucia cientifica, revista de ciencias e industrias, organo de la Sociedad Malaguena de Ciencias fisicas y naturales. Director : FRANCISCO RIVERA VALENTIN; ano I, n° 1, 15 enero 1903. Malaga; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 JANVIER 1903.

Notice sur les titres et les travaux de M. J. Carpentier. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 fasc. in-4°.

Ateliers Ruhmkorff, J. CARPENTIER, ingénieur-constructeur : *Instruments de mesures et d'appareils électriques.* Paris, Lahure, 1902; 1 vol. in-4°.

Le chalutage à vapeur, par M. S. JOURDAIN. (Extr. des *Comptes rendus de l'Asso-*

ciation française pour l'avancement des Sciences; Congrès de Boulogne-sur-Mer, 1899.) Paris, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Alfred Giard.)

L'enseignement mathématique, Revue internationale paraissant tous les deux mois, dirigée par C.-A. Laisant et H. Fehr; 5e année, n° 1, 15 janvier 1903. Paris, C. Naud; 1 fasc. in-8°.

La Géographie, bulletin de la Société de Géographie, publié tous les mois par le Baron Hulot et M. Charles Rabot; VII, n° 1, année 1903, 15 janvier. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx. Directeurs : MM. Lermoyez et P. Sebileau; t. XXIX, n° 1, janvier 1903. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

La Tempérance, organe mensuel de la ligue nationale contre l'alcoolisme, Société française de tempérance; publié sous la direction de M. Frédéric Riemain; 27e année, n° 1, janvier 1903. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société contre l'abus du tabac; 27e année, n° 1, janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-8°.

Le Messager agricole, revue des Associations et des intérêts agricoles du Midi, publiée sous la direction de M. le Dr Frédéric Cazalis; 44e année, 5e série, t. III, n° 1. Paris, Montpellier; 1 fasc. in-8°.

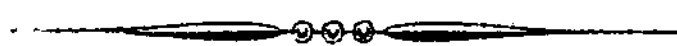
Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans; 3e série, t. I, n° 3. Orléans, imp. A. Gout et Cie; 1 fasc. in-8°.

Comptes rendus mensuels des réunions de la Société de l'Industrie minérale; janvier 1903. Saint-Étienne, imp. Théolier; 1 fasc. in-8°.

La Chronique industrielle et l'Industriel du Nord et des Ardennes, technologique, illustré, mensuel, par D.-A. Casalonga; 26e année, n° 1, 15 janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-4°.

Bulletin officiel de la propriété industrielle et commerciale, paraissant tous les jeudis; n° 987, jeudi 1er janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 FÉVRIER 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

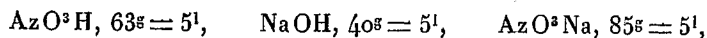
M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de Sir *George-Gabriel Stokes,* Associé étranger, décédé, à Cambridge, le 1er février 1903.

PHYSICO-CHIMIE. — *Une loi relative aux forces électromotrices des piles fondées sur l'action réciproque des dissolutions salines et électrolytes solubles;* par M. **Berthelot.**

« 1. Cette loi est la suivante :

» Lorsque l'on fait agir une base sur un acide, la force électromotrice développée est la somme des forces électromotrices développées par l'action du sel correspondant sur l'acide, d'une part, et sur la base, d'autre part. Les dissolutions réagissantes sont supposées étendues, de titre équivalent, et ne donnant lieu à aucune séparation de produits gazeux ou insolubles, ni à aucun changement progressif, autre que la neutralisation, dans leur constitution intérieure.

» 2. Soient, par exemple, les trois dissolutions



AzO^3H, $63^g = 5^l$, $NaOH$, $40^g = 5^l$, AzO^3Na, $85^g = 5^l$,

portées à une température telle que 14°; la force électromotrice E, développée par la réaction $AzO^3H + NaOH$, a été trouvée (¹) égale à $0^{volt},56$;

(¹) *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XXVII, p. 232.

la force électromotrice ε_1, développée par la réaction $AzO^3H + AzO^3Na$, a été trouvée (1) . . . . $0^{volt},15$;

enfin la force électromotrice ε_2, développée par la réaction $AzO^3Na + NaOH$, a été trouvée (2). . . . . $0^{volt},42$.

» La somme des deux dernières forces électromotrices :

$$0,42 + 0,15 = 0^{volt},57$$

valeur sensiblement égale à la première force électromotrice : $0^{volt},56$.

» Cette concordance est d'autant plus frappante qu'elle est constatée entre des forces électromotrices déterminées il y a deux ans, sans aucune vue préconçue, dans l'ignorance de la loi actuelle, par la méthode et dans les conditions que j'ai décrites avec des électrodes de platine (3).

» Elle se retrouve, comme il va être dit, pour les forces électromotrices que j'ai constatées au cours de l'étude des réactions salines entre divers acides et bases, pourvu que les corps mis en œuvre ne soient pas oxydables dans les conditions des expériences. Cette réserve, relative aux mesures des forces électromotrices constatées avec des électrodes de platine, n'atteint point d'ailleurs la loi elle-même, ainsi qu'il va être dit.

» 3. En effet, il m'a paru indispensable de vérifier la loi d'une façon à la fois plus rigoureuse et plus générale.

» En opérant autrement qu'avec des électrodes de platine, susceptibles d'une polarisation plus ou moins rapide, c'est-à-dire avec des *systèmes à électrodes impolarisables,* j'ai trouvé cette démonstration complète pour les sels d'acides forts et d'acides faibles, aussi bien minéraux qu'organiques que j'ai étudiés. Elle consiste à opposer expérimentalement la force électromotrice, développée par l'action de l'acide sur la base, à la somme des deux forces développées par la réaction, d'une part de l'acide sur son sel, d'autre part de la base sur ce même sel.

» La disposition que j'ai adoptée consiste à constituer avec un élément de pile une chaîne de 6 cellules, séparées par des parois poreuses, telle que la suivante.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XXVII, p. 244.

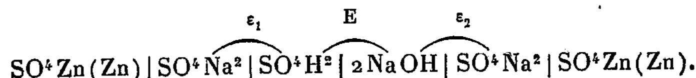
(2) Même Recueil, p. 257.

(3) On doit adopter, comme je l'ai fait observer, les valeurs maxima, observables seulement au bout de quelques minutes, comme les plus exemptes de polarisation. — La première lecture ne compte pas. Sur la méthode employée, voir le Mémoire indiqué ci-dessus, p. 170 et suivantes.

» A l'un des pôles une électrode de zinc amalgamé plonge dans une cellule qui contient une dissolution concentrée de sulfate de zinc (ou d'un autre sel de zinc). Puis, vient une seconde cellule à sulfate de soude (1^{mol} SO^4Na ou 2 équiv. $= 10^l$).

» Une troisième cellule renferme l'acide ($SO^4H^2 = 10^l$); une quatrième cellule la base ($2NaOH = 10^l$); une cinquième cellule du sulfate de soude ($SO^4Na^2 = 10^l$); la dernière cellule contient du sulfate de zinc concentré, avec une électrode de zinc amalgamé.

» On a en définitive la chaîne équivalente :



$$SO^4Zn(Zn) \mid SO^4\overset{\varepsilon_1}{\widehat{Na^2 \mid SO^4}}\overset{E}{\widehat{H^2 \mid 2Na}}\overset{\varepsilon_2}{\widehat{OH \mid SO^4}}Na^2 \mid SO^4Zn(Zn).$$

» L'acide joue le rôle négatif, à la fois par rapport à la base et par rapport au sel neutre; tandis que la base joue le rôle positif, à la fois par rapport à l'acide et par rapport au sel neutre.

» L'électrode gauche (positive) répond à l'acide; l'électrode droite (négative) à la base. La force électromotrice E se trouve ainsi opposée à la somme des deux forces ε_1 et ε_2; comme on peut le constater d'ailleurs par des expériences directes, sur des éléments constitués par les trois systèmes acide + base; acide + sel; acide + base.

» 4. J'ai réalisé cette chaîne à l'aide de deux appareils, disposés différemment et susceptibles de servir chacun à des vérifications spéciales.

» L'un des appareils est constitué par six vases emboîtés les uns dans les autres; les cinq cellules intérieures étant les vases poreux bien connus des éléments Daniell, de capacité décroissante. Il en résulte une grande inégalité de capacité entre les deux vases à SO^4Zn, l'un central, l'autre extérieur, contenant les électrodes.

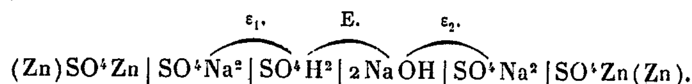
» L'autre appareil est constitué par six vases de gutta-percha, pareils, en forme de parallélépipèdes juxtaposés, renfermant chacun un quart de litre de liquide. Ces vases sont munis dans leurs parois verticales de larges fenêtres, rigoureusement closes à l'aide d'une feuille de papier ordinaire parcheminé et poreux, commune à deux vases. Les quantités de liquides sont ainsi les mêmes dans chaque cellule. Pour en maintenir la composition invariable, on a disposé, vers le centre de la paroi horizontale inférieure de chaque cellule, un robinet de verre, par lequel le liquide s'écoule goutte à goutte, d'une façon continue, dans un vase situé au-dessous, sans qu'il y ait d'ailleurs contact direct entre le liquide du robinet et celui déjà écoulé.

» D'autre part, au-dessus de chaque cellule on a disposé un vase renfermant le même liquide, lequel s'écoule goutte à goutte, d'une manière continue, vers l'intérieur de la cellule, sans que les deux liqueurs de la cellule et du réservoir supérieur forment un filet continu; c'est-à-dire les deux liqueurs demeurant électriquement isolées l'une de l'autre. La disposition de ces cellules en gutta-percha est plus parfaite et leur

symétrie plus complète que celle des vases poreux emboîtés. Les résultats obtenus avec ces deux appareils sont d'ailleurs les mêmes, comme il va être dit.

» 5. Les conditions des expériences exécutées avec des électrodes impolarisables étant ainsi définies, entrons dans le détail de ces expériences, pour chacun des systèmes mis en œuvre.

» (I). Acide sulfurique et soude. — Chaque liqueur renferme 1^{mol} ($2^{éq}$) dans 10^{l} (sauf les vases à SO^4Zn qui sont plus concentrés). Chaîne électrolytique :



» (*a*). Cellules de gutta-percha :

1re expérience... $0^{volt},015$ Autre expérience... $0^{volt},018$ Autre... $0^{volt},021$

» Il y a inversion des pôles. Ces expériences ont été faites à des jours différents et chaque fois avec des liquides nouveaux.

» (*b*). Vases poreux emboîtés............ $0^{volt},006$

» On voit que la somme $E - (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)$ est sensiblement nulle, en fait.

» D'autre part, le calcul exécuté avec les valeurs des forces électromotrices mesurées sur chaque couple séparé, au moyen d'électrodes de platine, par les méthodes que j'ai décrites précédemment, donne

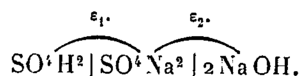
$$E = 0^{volt},62, \qquad (\varepsilon_1 = 0^{volt},24 + \varepsilon_2 = 0^{volt},405) = 0^{volt},645,$$

c'est-à-dire $E = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$ sensiblement; sauf un léger excès, 0,025, qui correspond précisément et à la fois aux valeurs observées et à l'inversion des pôles. Cette dernière indique l'existence d'une action secondaire résiduelle, très accessoire. On voit que la loi est vérifiée avec des électrodes impolarisables et qu'elle confirme en même temps les forces électromotrices trouvées avec des électrodes de platine.

» *Contrôles.* — D'après la loi indiquée, on doit obtenir la même force électromotrice qu'avec le couple



au moyen de trois cellules disposées en interposant du sulfate de soude entre l'acide et la base



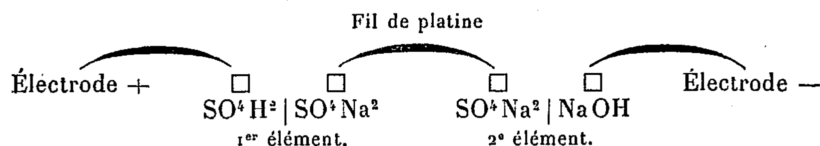
» On a opéré avec trois vases concentriques, dont deux poreux, et des électrodes de platine.

» En fait, l'expérience a donné $E = 0^{volt},63$; ce qui répond d'ailleurs à la somme des deux forces électromotrices des deux couples suivants, mesurées séparément au cours de cette expérience spéciale :

$$\left.\begin{array}{ll}\varepsilon_1 = SO^4H^2 \mid SO^4Na^2 \ldots\ldots\ldots\ldots & 0,24 \\ \varepsilon_2 = SO^4Na^2 \mid 2NaOH \ldots\ldots\ldots\ldots & 0,40\end{array}\right\} 0,64$$

» On peut aller plus loin, en supprimant toute communication par chaîne de liquides électrolytiques entre les deux systèmes précédents :

1er élément de pile : $SO^4H^2 \mid SO^4Na^2$.. $0^{volt},24 = \varepsilon_1$ (mesuré directement)
2e élément de pile : $SO^4Na^2 \mid 2NaOH$. $0^{volt},405 = \varepsilon_2$ (mesuré directement)

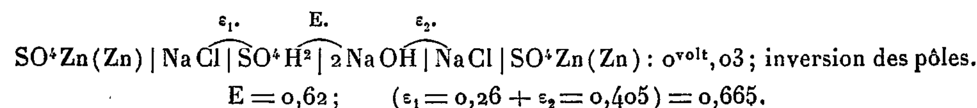


» Chaque élément séparé étant ainsi formé de deux vases concentriques, on a assemblé les deux éléments à l'aide d'un fil de platine, soudé de part et d'autre avec deux électrodes de platine plongeant dans le sulfate de soude, et l'on a obtenu par mesure directe . . . . $E = 0^{volt},615$, valeur égale sensiblement à la somme des valeurs.. $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 0,24 + 0,405$, lesquelles venaient d'être observées auparavant sur les mêmes éléments séparés.

» On voit par là que les électrodes n'étaient guère polarisées dans les conditions où j'ai opéré. Le faible écart entre les valeurs observées est attribuable d'ailleurs à la polarisation; car en séparant les éléments et mesurant aussitôt leurs forces électromotrices respectives, on a trouvé : $0^{volt},21$ et $0^{volt},405$, dont le total est $0^{volt},615$.

» La *jonction purement métallique* qui vient d'être définie a donc joué le même rôle que le siphon rempli par un *électrolyte liquide*, tel que le sulfate de soude, employé ordinairement par les physiciens.

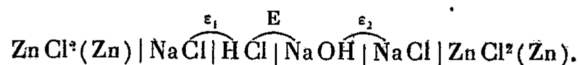
» (I *bis*). Citons encore une expérience faite avec une autre chaîne de six vases emboîtés, le sulfate de soude ayant été remplacé par du chlorure de sodium. Changement de nature des ions négatifs.



$E = 0,62$; $(\varepsilon_1 = 0,26 + \varepsilon_2 = 0,405) = 0,665$.

» Il y a toujours concordance approchée, bien que la chaîne électrolytique comprenne des sels à ions négatifs différents.

» (II). ACIDE CHLORHYDRIQUE ET SOUDE. — Chaque liquide renferme $1^{éq}$ dans 5^{l} (sauf $ZnCl^2$ concentré) :



» (*a*) Cellules de gutta-percha. — 1re exp., $0^{volt},015$ | 2e exp., $0^{volt},016$. Inversion des pôles.

» (*b*) Vases poreux emboîtés. — L'inversion est un peu plus lente à se produire; sans doute à cause de la lenteur de l'imbibition. On obtient ainsi finalement $0^{volt},007$.

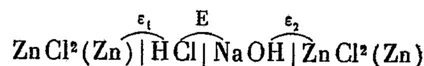
» Les forces électromotrices, mesurées sur chaque couple séparé avec des électrodes de platine, ont été :

$$E = 0^{volt},555\,; \qquad (\varepsilon_1 = 0^{volt},17 + \varepsilon_2 = 0,40) = 0^{volt},57.$$

» La valeur de E est très voisine de $\varepsilon_1 + \varepsilon_2$ avec léger excès de la somme de ces derniers.

» La loi est donc confirmée avec des électrodes impolarisables et elle vérifie les valeurs trouvées avec électrodes de platine.

» A la suite de cette expérience, j'ai enlevé les deux vases renfermant NaCl, ce qui a pour effet de modifier complètement la chaîne, en faisant intervenir les réactions séparées de l'acide et de la base sur le chlorure de zinc. Le système étant cette fois



on obtient alors une force électromotrice notable pour ce système; soit, au bout de quelque temps, $0^{volt},17$ à $0^{volt},19$. Ce qui se comprend, les forces ε_1 et ε_2 se rapportant à des ions différents. En outre, les effets sont complexes : il y a inversion dans les premiers moments, avec développement d'une force électromotrice de $0^{volt},11$; puis le courant tombe à zéro, change de signe, revenant à celui qui conviendrait au système simple HCl + NaOH, et la force électromotrice monte peu à peu jusqu'à $0^{volt},19$. Ces effets paraissent dus en partie à la précipitation de l'oxyde de zinc, qui imprègne en proportions croissantes la paroi interposée entre NaOH et $ZnCl^2$, et, jusqu'à un certain point, à des changements de constitution chimique intérieure des liquides, résultant de leur mélange.

» De semblables divergences, attribuables à la précipitation de l'oxyde de zinc au contact du sel de zinc terminal et de l'alcali, ont été observées également avec les autres acides, lorsqu'on opère avec les systèmes formés de quatre cellules, analogues au précédent.

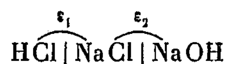
» Elles se manifestent également, même sans qu'il y ait formation d'aucun précipité, dans plusieurs autres systèmes à quatre et à trois cellules que je signalerai ailleurs : tantôt lorsque plusieurs ions négatifs ou positifs différents font partie d'une même chaîne électrolytique; tantôt en raison du changement de constitution intérieure des liquides électrolysables, en raison du mélange progressif de ces liquides par l'intermédiaire de la paroi poreuse séparatrice.

» Ces changements vont parfois jusqu'à déterminer l'inversion de signe électrique entre deux liquides consécutifs : ce qui modifie complètement la chaîne électrolytique et, par suite, la force électromotrice constatée entre les deux électrodes impolarisables.

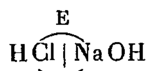
» En résumé, il résulte, de ces observations, que la chaîne électrolytique constituée par une série de liquides salins ne saurait être assimilée à la chaîne métallique de Volta, où la conductibilité est purement métallique et où la force électromotrice dépend uniquement des deux métaux extrêmes.

» Les phénomènes divers que je viens de signaler appartiennent souvent à une catégorie différente de ceux que j'étudie dans le présent Mémoire. Ils sont fort intéressants; mais ils réclament une discussion, dont je réunis en ce moment les données expérimentales, me bornant à donner aujourd'hui la loi qui me paraît tout à fait démontrée.

» *Contrôles.* — D'après ce qui précède, le système de trois cellules



doit être équivalent au couple

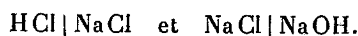


comme force électromotrice. En fait, la mesure de celle-ci, dans le système de trois cellules, avec électrodes de platine, a donné $E = 0^{volt},515$.

» Cette valeur s'est établie peu à peu au bout d'une heure, dans les conditions décrites par mon précédent Mémoire.

» Si l'on tient compte d'une faible polarisation, elle peut être assimilée à la mesure directe, exécutée avec HCl | NaOH, soit $E = 0^{volt},55$.

» Soient maintenant les deux éléments distincts



Ils ont fourni :

$$\varepsilon_1 = 0^{\text{volt}},17; \quad \varepsilon_2 = 0^{\text{volt}},40.$$

» La somme trouvée $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 0^{\text{volt}},57$.

» J'associe alors ces deux éléments par les vases à NaCl au moyen de deux électrodes de platine soudées à un fil du même métal. On a trouvé

$$E = 0^{\text{volt}},53,$$

valeur presque identique à $0^{\text{volt}},55$.

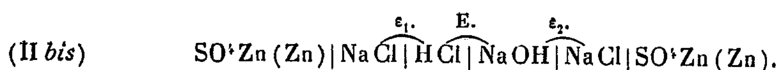


» Or la jonction a lieu ici par un fil de platine et elle équivaut, au point de vue de la somme des forces électromotrices, à la jonction des vases poreux par une dissolution de NaCl. La jonction réelle par électrolyte se trouve ainsi équivalente à une jonction virtuelle par fil métallique.

» Ces expériences sont semblables à celles qui ont été faites plus haut avec la soude, l'acide sulfurique et le sulfate de soude, et le résultat obtenu a été pareil : ce qui montre que la polarisation était sensiblement négligeable.

» Voici maintenant des expériences exécutées avec 6 cellules dont les ions négatifs n'étaient pas les mêmes que dans les précédentes.

» Changement de nature des ions négatifs :



» Vases poreux ; $0^{\text{volt}},02$; inversion des pôles. Il y a concordance.

» La chaîne intérieure étant la même, les cellules extrêmes seulement étant changées, le calcul de E est le même que dans (II).



» Vases poreux, E sensiblement nul.

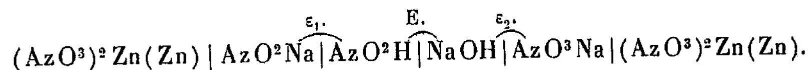
» Calcul : $E = 0,555$; $(\varepsilon_1 = 0,18 + \varepsilon_2 = 0,40) = 0,58$.

» Concordance, malgré la différence des ions.

» On remarquera que les expériences (I) se rapportent à un acide fort

et bibasique; tandis que les expériences (II) portent sur un acide fort et monobasique.

» (III). ACIDE AZOTIQUE ET SOUDE. — Chaque liqueur renferme $1^{éq}$, dans 5^{l} (sauf les vases à azotate de zinc ou analogues qui sont concentrés).



» (*a*) Cellules de gutta-percha. Force électromotrice : $0^{volt},015$; inversion des pôles.

» (*b*) Vases poreux emboîtés. Force électromotrice : 0,02; inversion.

» D'après les mesures faites sur des couples séparés, avec électrodes de platine : $E = 0^{volt},56$:

$$(\varepsilon_1 = 0,15 + \varepsilon_2 = 0,42) = 0^{volt},57.$$

» La loi est donc encore confirmée avec des électrodes impolarisables et elle vérifie les valeurs trouvées avec des électrodes de platine.

» Si l'on enlève les deux AzO^3Na, on observe des phénomènes analogues à ceux indiqués plus haut pour l'acide chlorhydrique, les valeurs des forces électromotrices finales étant alors également très notables.

» (III *bis*). Changement de nature des ions négatifs.

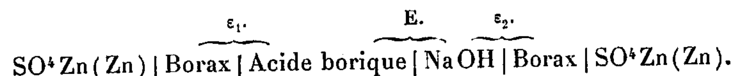


» Cellules à gutta. Force électromotrice : 0,015. Inversion des pôles.

» Le calcul est le même que ci-dessus et par conséquent la confirmation.

» Il s'est agi jusqu'ici d'acides forts. Voici maintenant un acide faible.

» (IV). ACIDE BORIQUE ET SOUDE. — Concentrations équivalentes aux précédentes. Six vases emboîtés :



» Force électromotrice : $0^{volt},01$. Inversion des pôles.

» On a trouvé, par expérience, sur les couples séparés, avec électrodes de platine,

$$E = 0^{volt},29; \quad (\varepsilon_1 = 0,16 + \varepsilon_2 = 0,15) = 0^{volt},31.$$

» C'est toujours la confirmation de la loi, par expérience, avec électrodes

impolarisables, et en outre la vérification des forces électromotrices trouvées avec des électrodes de platine.

» Faisons maintenant intervenir une base d'un caractère tout différent de la soude : l'ammoniaque, dont le rôle vis-à-vis de l'eau est dissemblable.

» (V). ACIDE CHLORHYDRIQUE ET AMMONIAQUE. — Concentrations équivalentes aux précédentes. Vases de gutta-percha :



» Force électromotrice : $0^{volt},013$. Inversion des pôles.

» On a trouvé par expérience, sur les couples séparés, avec électrodes de platine :

$$E = 0^{volt},38; \qquad (\varepsilon_1 = 0,14 + \varepsilon_2 = 0,25) = 0^{volt},39.$$

» (V *bis*). Changement d'ions négatifs.



» Six vases emboîtés. Force électromotrice : 0,0.

» Ce sont toujours les mêmes vérifications.

» (VI). ACIDE SULFURIQUE ET AMMONIAQUE. — Concentrations équivalentes aux précédentes ($1^{éq} = 5^{l}$). Vases de gutta-percha.



Force électromotrice : $0^{volt},001$. Inversion des pôles.

» On a trouvé par expérience, avec couples séparés à électrodes de platine :

$$E = 0^{volt},51; \qquad (\varepsilon_1 = 0,29 + \varepsilon_2 = 0,24) = 0^{volt},53.$$

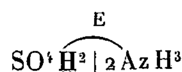
» La loi se confirme toujours; et elle vérifie les forces électromotrices mesurées avec des électrodes de platine.

» Voici encore le système triple :

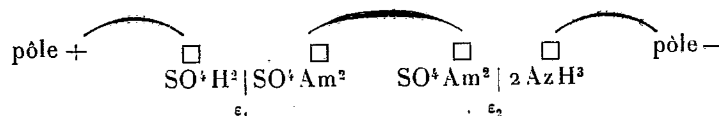


» E trouvé : $0^{volt},52$; ce qui concorde avec la valeur ci-dessus obtenue

avec le couple



» D'autre part



» Avant l'expérience et séparément, les deux couples ont fourni :

$$\varepsilon_1 = 0^{\text{volt}},29; \qquad \varepsilon_2 = 0,26;$$

» Après leur association :

$$E = 0^{\text{volt}},55. \quad \text{Or}(\varepsilon_1 = 0,29 + \varepsilon_2 = 0,27) = 0^{\text{volt}},56.$$

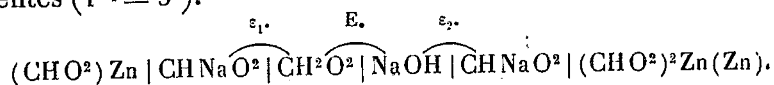
» Aussitôt après la séparation des deux éléments, on a repris les deux mesures distinctes :

$$\varepsilon_1 = 0,28; \quad \varepsilon_2 = 0^{\text{volt}},24. \qquad \text{Somme} = 0^{\text{volt}},52.$$

» Il y a toujours concordance : ce qui montre à la fois l'absence de polarisation notable et la généralité de la relation.

» Nous allons examiner les acides organiques. La loi générale étudiée avec des électrodes impolarisables s'y vérifie également. Mais les forces électromotrices mesurées sur les couples séparés, avec des électrodes de platine, donnent des écarts souvent considérables ; ce qui s'accorde d'ailleurs parfaitement avec mes observations antérieures sur l'acide formique et dans divers autres cas. L'anomalie provient de la grande oxydabilité de cet ordre d'acides, surtout sous l'influence du platine ; ainsi que je l'ai expliqué en détail à cette occasion, dans mon étude sur l'acide formique (¹). Toutefois cette anomalie n'existe pas avec des électrodes impolarisables : dans ce cas la loi, au contraire, est confirmée, ainsi qu'il résulte des expériences suivantes.

» (VII). Acide formique et soude. — Concentrations équivalentes aux précédentes ($1^{\text{éq}} = 5^{\text{l}}$).



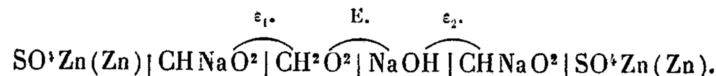
(¹) Cf. *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XXVII, p. 215, 217, 237.

» Cellules en gutta-percha.

» Force électromotrice trouvée : $0^{volt},015$. Inversion des pôles.

» Le calcul est impossible au moyen des forces électromotrices des couples séparés; parce que la valeur de E obtenue avec des électrodes de platine est nulle, ou même intervertie par la polarisation.

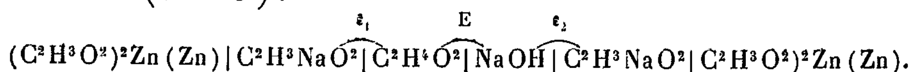
» (VII *bis*). Changement des ions négatifs.



Cellules en gutta-percha : $0^{volt},017$. Inversion des pôles.

» La loi générale se vérifie toujours avec les électrodes impolarisables.

» (VIII). Acide acétique et soude. — Concentrations équivalentes aux précédentes ($1^{éq} = 5^{l}$) :

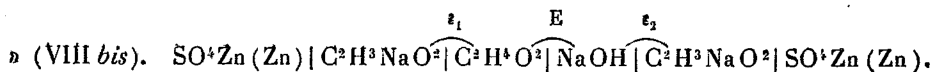


6 vases emboîtés.................. $0^{volt},018$ Inversion des pôles.
Cellules de gutta.................. $0^{volt},019$ Id.

» D'après les observations faites avec des couples séparés, E trouvée avec les électrodes de platine $= 0^{volt},49$.

$$\varepsilon_1 = 0,34; \quad \varepsilon_2 = 0,26.$$

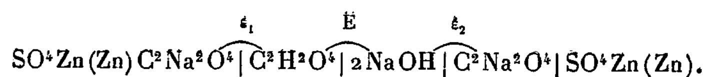
» Avec les électrodes de platine, l'oxydation et la polarisation paraissent se produire surtout sur le couple ε_1. En tout cas, l'oxydation fait intervenir la polarisation, sinon instantanée, comme celle observée avec l'acide formique, du moins bien plus prompte qu'avec les acides minéraux inoxydables. Mais la loi est toujours vérifiée avec les électrodes impolarisables.

» (VIII *bis*). 

6 vases poreux.................. $0^{volt},004$ Inversion progressive.

» (IX). Acide oxalique et soude. — Concentrations équivalentes aux précédentes :

» Cellules de gutta-percha :



$0^{volt},01$ Inversion des pôles.

» D'après les observations faites avec des couples séparés et des électrodes de platine :

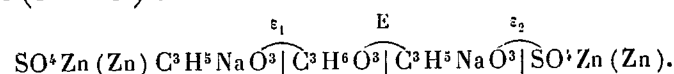
$$E = o^{volt},47; \quad (\varepsilon_1 = o,18 + \varepsilon_2 = o,37) = o^{volt},55.$$

L'écart est moindre qu'avec l'acétate.

» On voit que cette fois, avec les électrodes de platine, l'oxydation et la polarisation semblent se produire surtout sur le couple ε_2. Aussi E trouvé avec les électrodes de platine est-il trop faible, pour les mêmes motifs qu'avec l'acide acétique.

» Au contraire, la loi générale est toujours vérifiée avec les électrodes impolarisables.

» (X). Acide lactique et soude. — Concentrations équivalentes aux précédentes ($1^{éq} = 5^l$) :



Cellules de gutta-percha.......... $o^{volt},017$ Inversion des pôles.

» La loi est donc toujours vérifiée. — Soit encore, les mesures faites sur des couples séparés avec les électrodes de platine :

$$E = o^{volt},49; \quad (\varepsilon_1 = o^{volt},32 + \varepsilon_2 = o,22) = o^{volt},54.$$

» Ici, l'écart est peu considérable; surtout si l'on tient compte de la force électromotrice résiduelle observée avec des électrodes impolarisables : $o^{volt},017$. Ce qui montre que l'acide lactique donne lieu à des effets de polarisation moins accentués que l'acide acétique.

» En somme, on voit que l'emploi des électrodes de platine, réalisé avec méthode, et dans les conditions indiquées, a fourni des résultats satisfaisants, toutes les fois que les acides (ou leurs sels) n'ont pas été oxydables au contact de ces électrodes de platine.

» Quant à la loi énoncée au début du présent Mémoire, elle a été vérifiée avec des électrodes impolarisables sur tous les acides étudiés ici; ce qui prouve qu'il ne s'agit pas d'une relation accidentelle et de coïncidences fortuites. Les expériences que je poursuis semblent même indiquer l'existence d'une loi encore plus générale, dont je poursuis l'examen.

» Quoi qu'il en soit, la signification théorique d'une loi de ce genre mérite une attention particulière dans le cas où elle s'applique aux réactions des dissolutions salines; surtout si l'on envisage les sources de l'énergie qui est susceptible d'engendrer les forces électromotrices mani-

festées dans ces réactions salines et spécialement l'existence du courant continu que ces forces déterminent; continuité dont j'ai donné ailleurs la démonstration (¹).

» En effet, il est facile de ramener à une origine chimique l'origine de la force électromotrice développée dans la réaction d'un acide sur une base. J'ai démontré que les valeurs numériques elles-mêmes, comparées avec les chaleurs de neutralisation, concordent avec cette explication, au moins d'une façon approchée (²). Certaines différences de second ordre, qui se manifestent dans les cas actuels, résultent de la formule bien connue d'Helmholtz (³). Au contraire, circonstance singulière, l'énergie attribuable aux phénomènes chimiques ne semble intervenir que pour une faible part, d'après les mesures thermochimiques, dans la production des forces électromotrices dont cette force totale est la somme d'après la loi étudiée, je veux dire la résultante : à savoir les deux réactions de l'acide sur son sel et de la base sur ce même sel. Je ne parle pas ici de forces électromotrices momentanées, attribuables à un simple contact, mais de forces électromotrices susceptibles de produire un courant continu, prolongé pendant plusieurs minutes; dans les limites et avec les caractères des phénomènes que j'ai exposés, ainsi que les mesures d'intensité, dans mes précédents Mémoires. Mais, dans ce cas, de telles énergies semblent résulter de l'intervention d'énergies extérieures aux systèmes mis en expérience, c'est-à-dire puisées dans le milieu ambiant : énergies assimilables aux énergies qui interviennent pour ramener à la température initiale les systèmes refroidis par l'évaporation, la fusion, la dissolution de leurs composants; ou bien encore par le développement de leur dissociation chimique, tels que les mélanges réfrigérants notamment. En un mot, il semble que le développement de la dissociation électrolytique intervienne dans cette circonstance, pour expliquer la genèse de l'énergie qui préside à la production des forces électromotrices. Elle interviendrait dès lors d'une façon analogue aux phénomènes physicochimiques (qui viennent d'êtres rappelés) dans la genèse des énergies thermochimiques : cela, suivant des mécanismes généraux de l'ordre de ceux dont j'ai fait une analyse détaillée et sur lesquels j'ai constamment appelé l'attention, en établissant les conditions qui doivent être remplies pour vérifier le principe du travail maximum. »

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XXVII, p. 175 et *passim*.
(²) Même Recueil, p. 227, 332, etc
(³) Même Recueil, p. 149.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Calcul direct et simple de la vitesse de propagation du front ou de la tête d'une onde, dans un milieu ayant des équations de mouvement compliquées.* Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. Hugoniot a montré ([1]) que, lorsqu'on se borne à l'étude de la tête d'une onde progressant dans un fluide en repos, il existe, pour la vitesse de propagation, même sans que l'équation du mouvement soit linéaire (sauf par rapport aux dérivées les plus élevées qui y figurent), une formule générale, facile à déduire de cette équation de mouvement. Et l'on trouve un exemple remarquable de la même simplicité de propagation des têtes d'ondes dans le cas d'un milieu élastique soumis à des résistances proportionnelles, soit à la vitesse, soit au déplacement; car de telles résistances n'y interviennent pas ([2]). Voici à quels termes simples peut, ce me semble, se réduire la démonstration de ce fait, soit pour une onde, soit même pour un changement quelconque u d'état physique (température, densité, vitesse, déplacement, etc.), se produisant, dans un milieu matériel dont une région garde encore son état primitif *uniforme*, à la surface d'envahissement de cette région par le changement u survenu dans l'autre.

» II. Imaginons qu'on ait pris, en le dirigeant vers la région encore tranquille, un axe des x normal à la surface en question, sensiblement plane; et admettons (ce qu'on pourra généralement faire dans des étendues assez restreintes), d'une part, l'homogénéité du milieu, c'est-à-dire la constance de ses coefficients physiques, d'autre part, l'uniformité de u sur chaque couche parallèle à la surface, ou sa dépendance de x et du temps t, à l'exclusion d'autres variables.

» Dans la région récemment envahie, le changement *naissant* u aura ses dérivées premières, en x ou t, incomparablement plus grandes, numériquement, qu'il n'est lui-même; car il constitue leur intégrale $\int \frac{du}{dx}dx$ ou $\int \frac{du}{dt}dt$, prise à partir ou de la tête de l'onde jusqu'en (x, y, z), ou de l'instant de la cessation du repos en (x, y, z) jusqu'à l'époque t actuelle, c'est-à-dire dans un champ $\int dx$ ou $\int dt$ infiniment petit; intégrale tou-

([1]) *Comptes rendus*, t. CI, p. 794; 26 octobre 1885.

([2]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 338.

jours inférieure (quant aux valeurs absolues) au produit de la dérivée considérée $\frac{du}{d(x, t)}$, en train de s'éloigner de *zéro*, par le champ $\int dx$ ou $\int dt$. Pour la même raison, ces dérivées premières de u y sont très petites par rapport aux dérivées secondes dont elles constituent des intégrales analogues; ces dérivées secondes sont, de même, très petites par rapport aux dérivées troisièmes; et ainsi de suite, jusqu'aux plus élevées de chaque espèce (en x ou en t) figurant dans l'équation du phénomène, seules susceptibles, dans cette équation, de varier sans continuité, ou de *débuter* par une valeur sensible. En effet, la loi du phénomène n'aurait plus de sens si certaines des dérivées *qui y figurent* n'existaient pas, comme il arriverait aux moments où les plus élevées de chaque espèce, en x ou t, que nous supposerons d'abord être du même ordre, le $n^{\text{ième}}$, auraient leurs intégrales (dérivées d'ordres inférieurs) discontinues.

» III. Donc l'équation donnée, aux différentielles partielles, si elle est linéaire par rapport aux dérivées du $n^{\text{ième}}$ ordre et qu'elle contienne assez de ces dérivées du $n^{\text{ième}}$ ordre pour que toutes les dérivées d'ordre moindre y figurant aussi en soient des intégrales, pourra être réduite, *près de la tête de l'onde*, à ses termes affectés des dérivées d'ordre n, dans lesquels d'ailleurs il sera permis d'annuler la fonction u et ses dérivées d'ordres moindres, comme on l'aura fait ainsi dans tous les termes supprimés; et cela, avec une approximation relative d'autant plus grande qu'on se tiendra plus rapproché de la région où $u = 0$. L'équation du problème y deviendra par conséquent linéaire, à coefficients constants, et homogène quant à l'ordre des dérivées de u y figurant. Soit alors

$$(1)\qquad \mathrm{a}\frac{d^n u}{dx^n} + \mathrm{b}\frac{d^n u}{dx^{n-1}\,dt} + \mathrm{c}\frac{d^n u}{dx^{n-2}\,dt^2} + \ldots = 0,$$

cette équation réduite. On y satisfera par des intégrales particulières de la forme $u = f(x - \omega t)$, avec f fonction arbitraire et ω racine de l'équation algébrique du $n^{\text{ième}}$ degré

$$(2)\qquad \mathrm{a} - \mathrm{b}\omega + \mathrm{c}\omega^2 - \ldots = 0.$$

» Il suffit donc, d'une part, que celle-ci admette une racine ω réelle et positive, d'autre part, que $f(x)$ exprime, à l'époque $t = 0$, le changement u aux environs de la surface séparative (mobile), pour que la propagation effective du mouvement y soit, ou du moins puisse y être exprimée par l'intégrale $f(x - \omega t)$, évidemment représentative d'une propagation *uni-*

forme de célérité ω. Et il est clair qu'alors les termes de l'équation donnée du problème supprimés préalablement, ou affectés de u et de ses dérivées des $n-1$ premiers ordres, n'influent nullement sur cette célérité ω de la tête ou du front de l'onde.

» IV. Lorsque les n racines de l'équation (2) sont réelles et qu'une *seule* est positive ou correspond à un mouvement propagé vers les x positifs, l'intégrale générale, somme des n solutions particulières, exprime la superposition de n ondes, dont les $n-1$ émanant de la région des x infinis positifs sont annulées par la condition de repos primitif de cette région, en même temps que la partie la plus antérieure de la $n^{\text{ième}}$. Donc l'expression $f(x-\omega t)$ de u, pour la tête de l'onde, devient alors non seulement possible, mais inévitable.

» Tel est justement le cas de la corde vibrante, où $n=2$, et qui constitue le type simple de la plupart des phénomènes ondulatoires. L'équation des télégraphistes s'y réduit, par la suppression des deux termes où figurent la fonction u et sa dérivée première en t. Voilà pourquoi la tête de l'onde électrique progresse comme si ces termes n'existaient pas.

» V. La méthode cesse d'être applicable, quand une dérivée de u, d'ordre inférieur à n, figure dans l'équation et que les dérivées n^{iemes} de u, dont celle-là pourrait être intégrale, y font totalement défaut, comme, par exemple, quand l'équation, du second ordre, contient, ainsi qu'il arrive dans la théorie analytique de la chaleur, $\frac{du}{dt}$, sans contenir aucune des deux dérivées $\frac{d^2 u}{d(x,t)\,dt}$. Car, alors, cette dérivée, d'ordre inférieur à n, n'est *masquée* par aucune autre dérivée dans l'équation; et elle y subsiste pleinement, si près qu'on soit de la tête de l'onde. En réalité, il n'y a, dans ce cas, réellement plus de *tête*, dès que la propagation a commencé, la fonction u ne s'y annulant d'une manière continue que pour x infini. Essayons, sans entrer dans les détails, de le reconnaître par la même méthode, en recourant, pour suppléer à son insuffisance, au sentiment de la continuité des phénomènes naturels.

» Supposons que la dérivée, d'ordre n, absente de l'équation du problème soit ou $\frac{d^n u}{dx^n}$, ou $\frac{d^n u}{dt^n}$. Suivant que c'est la première ou la seconde, introduisons fictivement dans (1), pour rendre la méthode applicable, un terme de la forme $\varepsilon\frac{d^n u}{dx^n}$ ou de la forme $\varepsilon\frac{d^n u}{dt^n}$, avec ε très voisin de zéro. L'équation (2) aura, dès lors, ou ε pour premier terme, ou $\pm\varepsilon\omega^n$ pour

dernier terme du premier membre. Et l'évanouissement final de ε donnera lieu à une racine, ω, nulle dans le premier cas, infinie dans le second. Or, dans le premier cas, où la tête de l'onde, si elle existait d'une manière *continue*, serait ainsi immobilisée (vu $\omega = 0$) en un certain point d'abscisse x, u et ses dérivées en t s'y annuleraient *identiquement*, sans qu'il en fût généralement de même des dérivées de u en x ou, du moins, de la plus élevée entrant dans l'équation proposée; et celle-ci ne se trouverait pas satisfaite. Dans le second cas, la tête de l'onde, animée d'une célérité ω infinie, serait instantanément portée jusqu'aux abscisses x infinies.

» Tant dans un cas que dans l'autre, le raccordement de l'état primitif uniforme $u = 0$ avec l'état troublé variable u se fera donc *asymptotiquement*, aussitôt après le début du phénomène.

» VI. C'est bien ce que montrent, quand l'état initial $u_0 = f(x)$ s'annule pour les grandes valeurs positives de x, les intégrales connues

$$(3) \qquad u = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty e^{-\alpha^2} f\left(x - \frac{t^2}{4\alpha^2}\right) d\alpha, \qquad u = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^\infty e^{-\alpha^2} f(x + 2\alpha\sqrt{t})\, d\alpha,$$

des deux équations

$$(4) \qquad \frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{du}{dx}, \qquad \frac{du}{dt} = \frac{d^2 u}{dx^2},$$

qui sont vraisemblablement les plus simples offrant les particularités considérées ici. Prenons-y, par exemple, $f(x)$ nul pour x positif, égal à 1 pour x négatif et très rapidement décroissant de 1 à zéro pour x voisin de zéro. Ces deux formules (3) deviendront, dès que t et x seront positifs,

$$(5) \qquad u = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{t}{2\sqrt{x}}} e^{-\alpha^2}\, d\alpha, \qquad u = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{-\frac{x}{2\sqrt{t}}} e^{-\alpha^2}\, d\alpha = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{\frac{x}{2\sqrt{t}}}^{\infty} e^{-\alpha^2}\, d\alpha.$$

» Dès que t excède zéro, u ne s'annule que pour x infini, même dans le cas de la première formule, où le mouvement de la tête de l'onde, *s'il avait pu être continu*, se serait réduit à zéro. On y a sensiblement, tant que t est très petit,

$$e^{-\alpha^2} = 1 \qquad \text{ou} \qquad u = \frac{t}{\sqrt{\pi x}}. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Sur le rayonnement du polonium et du radium.* Note de M. Henri Becquerel.

« Dans une Note récente (¹) j'ai décrit une expérience permettant de mettre hors de doute et de mesurer la très faible déviabilité observée par M. Rutherford pour une partie du rayonnement du radium. Cette partie, que l'auteur appelle les rayons α, avait été considérée jusque-là comme non déviable parce que l'on n'avait pas expérimenté avec un champ magnétique assez intense. Elle est déviée en sens contraire du faisceau cathodique et paraît identique aux *Kanalstrahlen* de Goldstein.

» Dans la même Note j'indiquais que les rayons du polonium dont l'absorption est tout à fait analogue à celle des rayons α du radium, paraissaient jouir du même caractère de déviabilité. J'ai pu, depuis, obtenir des épreuves assez nettes pour établir l'identité des deux rayonnements.

» L'expérience a été faite avec quelques grains de polonium métallique, mis obligeamment à ma disposition par M. et Mme Curie; ce produit, préparé depuis longtemps, est affaibli et ne donne plus que des impressions photographiques relativement faibles. Pour obtenir des épreuves mesurables, il a fallu prolonger considérablement le temps de pose dans le champ magnétique, ce qui a conduit à réduire le courant de l'électro-aimant pour éviter un échauffement trop grand. Les premières épreuves avaient été obtenues dans un champ trop faible. Avec des précautions convenables, j'ai pu, avec un courant de 5 ampères, prolonger la pose efficace jusqu'à une durée de 20 heures réparties en quatre périodes pendant 4 jours consécutifs. Dans les intervalles on couvrait la matière active, de façon à arrêter le rayonnement; on interrompait le courant et l'électro-aimant se refroidissait jusqu'au lendemain.

» Je rappelle la disposition de l'expérience. La matière active était rassemblée dans une rainure pratiquée dans un petit bloc de plomb; au-dessus, à $0^{cm},88$ de distance, était disposée une fente très fine, parallèle à la rainure, et le tout était placé horizontalement dans un champ magnétique, parallèlement au champ. Sur la fente venait s'appuyer obliquement une petite plaque photographique inclinée d'environ 70° sur le plan horizontal, et son arête normale à la fente. La plaque photographique

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 199, 26 janvier 1903.

coupe ainsi le faisceau dévié, qui donne une trace théoriquement elliptique et en fait sensiblement rectiligne. En renversant le sens du courant au milieu du temps de pose on obtient deux traces divergentes très fines, dont l'écartement à une hauteur déterminée au-dessus de la fente permet de calculer le rayon de la trajectoire circulaire des radiations qui ont atteint cette région.

» Immédiatement après avoir obtenu l'une des épreuves avec le polonium, on a fait une nouvelle épreuve avec le même dispositif, dans des conditions identiques, en substituant au polonium un sel de radium recouvert d'une très mince feuille d'aluminium battu. La pose est alors beaucoup plus courte : on obtient de très bonnes épreuves en posant 40 à 50 minutes pour chaque sens de l'aimantation.

» Les deux épreuves, l'une faible pour le polonium, l'autre intense avec le radium, paraissent superposables. Les lignes divergentes très fines se prêtent à des mesures micrométriques, dont je publierai prochainement le détail. Les déviations du rayonnement du polonium et des rayons α du radium paraissent identiques dans les conditions de l'expérience. Les très petites différences observées peuvent être attribuées à des erreurs de pointé provoquées par des inégalités correspondant à une répartition irrégulière de la matière active dans la cuve linéaire qui la contient. Ces différences peuvent atteindre quelques centièmes de la déviation, et dans les régions où les pointés ont été les meilleurs, les valeurs numériques des deux déviations ont été les mêmes.

» D'autres épreuves ont montré que le sens de la déviation était, comme pour les rayons α du radium, inverse du sens de la déviation des rayons cathodiques.

» Une estimation approchée du champ magnétique a donné, pour les expériences comparatives faites entre le polonium et le radium, une intensité d'environ 17000 à 18000 unités C.G.S.

» Avec le radium, pour lequel la pose est plus courte, on a pu faire d'autres épreuves en augmentant le courant jusqu'à 8 ampères, courant qui avec les bobines supplémentaires de l'électro-aimant Weiss détermine un champ supérieur à 20000 unités C.G.S.

» Un résultat fondamental que j'ai signalé dans ma dernière Note et qui se trouve confirmé par les expériences présentes, est que les traces des faisceaux déviés se présentent sous la forme de lignes très fines ne montrant pas de dispersion, même dans les champs magnétiques très intenses dont il vient d'être question. Le rayonnement du polonium et les rayons α du

radium se comportent comme constituant un faisceau d'une déviabilité unique, ou, tout au moins, comme ne présentant pas une dispersion de l'ordre de grandeur de la déviation, analogue à la dispersion qu'on observe avec les rayons cathodiques.

» En résumé les rayons du polonium paraissent identiques aux rayons α du radium, et l'on peut classer ainsi qu'il suit les diverses espèces de rayonnements émis par les corps actifs.

» Dans les conditions des expériences précédentes :

» 1° L'uranium n'émet avec une intensité appréciable que des radiations chargées d'électricité négative et très pénétrantes;

» 2° Le polonium n'émet que des rayons chargés d'électricité positive et très absorbables;

» 3° Le thorium et le radium émettent les deux espèces de radiations.

» Le radium émet en outre des rayons très pénétrants, non déviables, observés par M. Villard et qu'une longue pose seule peut faire apparaître sur les plaques photographiques. Leur faible action photographique peut être la cause pour laquelle on ne les a pas reconnus dans le rayonnement d'autres corps moins actifs que le radium.

» On ignore la nature de ces rayons, qui offrent divers caractères communs avec les rayons X. Leur trace apparaît avec une grande netteté dans les épreuves faites par la méthode que j'ai indiquée autrefois ([1]); je montre aujourd'hui une épreuve dans laquelle on voit que ces rayons traversent sans déviation un prisme de quartz de 60°.

» La même méthode a permis de faire quelques observations intéressantes sur le mode propagation de la partie très déviable (cathodique) du rayonnement du radium au travers des corps transparents.

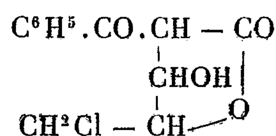
» J'ai déjà montré autrefois que les effets de pénétration produits par les rayons inégalement déviables étaient très différents. J'ai observé, en particulier, que des rayons très peu déviables traversent sans altération, sous différentes incidences, des lames d'aluminium de $0^{mm},1$ d'épaisseur; d'autres rayons, un peu plus déviables, traversent encore les mêmes lames, mais provoquent à leur sortie des rayons secondaires; pour d'autres, plus déviables encore, le faisceau secondaire auquel ils donnent naissance se substitue au faisceau incident, et enfin, les rayons les plus déviables sont arrêtés par une très petite épaisseur de matière, et, à leur rencontre avec celle-ci, ils provoquent sur la face d'incidence des rayons secondaires intenses.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 3 juin 1901, p. 1286.

» Les nouvelles épreuves que je présente aujourd'hui permettent de suivre les trajectoires de rayons inégalement déviables au travers de lames de paraffine ayant diverses épaisseurs, depuis 2^{mm} jusqu'à 8^{mm}. Les trajectoires se continuent dans la paraffine sans modification dans leur courbure, mais s'y enfoncent à des profondeurs inégales, d'autant moindres que les rayons sont plus déviables. Dans les conditions des expériences présentes, les rayons les moins déviables pénètrent jusqu'à 2^{mm} environ. Si l'épaisseur est moindre ils traversent la lame; si l'épaisseur est légèrement supérieure le faisceau secondaire qu'ils provoquent se propage au dehors, ou est arrêté par la substance elle-même à l'intérieur de laquelle il se diffuse. Les rayons les plus déviables pénètrent d'autant moins profondément qu'ils sont plus déviés; ils paraissent s'arrêter brusquement à une certaine profondeur où un maximum d'impression révèle l'existence d'un phénomène secondaire, mais ces rayons secondaires sont absorbés sur place et ne se propagent pas au delà comme ceux qui sont provoqués par les rayons moins déviables. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles synthèses effectuées au moyen des molécules renfermant le groupe méthylène associé à un ou deux radicaux négatifs. Action de l'épichlorhydrine sur les éthers acétonedicarboniques sodés.* (II.) Note de MM. **A. Haller** et **F. March.**

« Dans une première Communication (¹), l'un de nous a montré que le produit de l'action de l'épichlorhydrine sur l'éther benzoylacétique sodé était principalement constitué par une lactone cétonique de la formule



» MM. W. Traube et Erich Lehmann (²) ont montré à la même époque que l'épichlorhydrine formait avec l'éther acétylacétique sodé un composé du même genre auquel ils ont assigné une formule analogue.

» Les éthers acétonedicarboniques renfermant deux méthylènes compris entre des radicaux négatifs, il nous a paru intéressant d'effectuer une condensation entre ces éthers et l'épichlorhydrine.

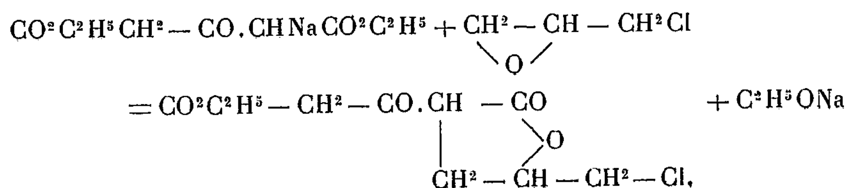
(¹) *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXI, p. 564; *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1459.
(²) *Berichte der deut. chem. Gesell.*, t. XXXII, p. 720; t. XXXIV, p. 1971.

» L'opération a été conduite de la façon suivante :

» On a dissous $11^g,5$ de sodium dans 100^g environ d'alcool absolu, et à cette solution on a ajouté 101^g d'acétonedicarbonate d'éthyle. Après refroidissement on a mélangé le dérivé sodé ainsi obtenu avec 46^g d'épichlorhydrine et le tout a été chauffé pendant 5 heures dans un appareil à reflux.

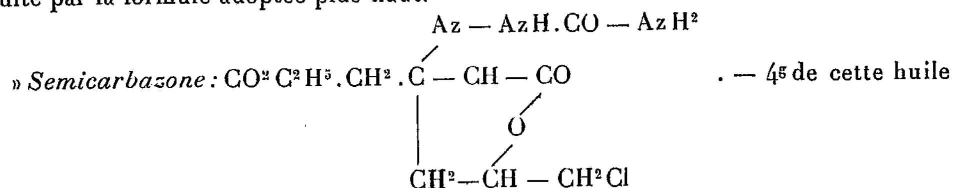
» Après une série d'essais, en vue d'isoler les produits de la réaction, nous nous sommes arrêtés au traitement suivant : Le liquide alcoolique est additionné d'une solution d'acétate de cuivre en ayant soin de n'introduire ce sel que par petites fractions. Dans ces conditions on obtient un précipité cristallin d'un vert d'abord foncé, puis beaucoup plus clair. C'est un mélange du sel de cuivre de l'éther acétonedicarbonique fondant à 142°-143°, et du sel de cuivre du produit cherché. On peut les séparer en épuisant ce mélange par l'alcool bouillant. Le premier de ces sels est très soluble, tandis que le second est à peu près insoluble et reste sous la forme d'une poudre d'un vert clair qui, après plusieurs traitements à l'alcool bouillant, fond à 224°-225°.

» Ce sel de cuivre est insoluble dans l'eau, le chloroforme, l'éther, et très peu soluble dans l'alcool concentré et bouillant. L'acide acétique cristallisable le dissout en le décomposant partiellement et en fournissant de l'acétate de cuivre. Sa composition répond à la formule $[C^{10}H^{12}O^5Cl]^2Cu$, ce qui en fait le sel d'un éther composé cétolactonique formé en vertu de la réaction suivante :



» Pour isoler cette cétolactone de son sel de cuivre, on traite ce dernier par de l'acide sulfurique étendu de deux fois son poids d'eau et l'on épuise à l'éther. La solution séchée sur du sulfate de soude anhydre est ensuite évaporée et le résidu est abandonné sous une cloche à dessiccation. On obtient ainsi une huile légèrement jaunâtre, assez épaisse, qui se décompose à la distillation et dont la composition peut être traduite par la formule adoptée plus haut.

» *Semicarbazone* :



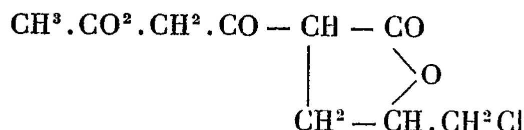
. — 4^g de cette huile ont été traités par 2^g de chlorhydrate de semicarbazide et 4^g d'acétate de soude en solution aqueuse concentrée. On ajoute suffisamment d'alcool pour dissoudre le tout. Au bout de quelques heures, on obtient un précipité abondant, cristallin, qu'on essore à la trompe et qu'on purifie par dissolution et cristallisation dans l'alcool bouillant.

» Cette semicarbazone se présente sous la forme de cristaux blancs, fondant

à 118°-119°. Elle est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool bouillant, assez soluble dans l'éther.

» Quand on n'opère pas nettement la séparation de l'éther acétonedicarbonique du produit de condensation avec l'épichlorhydrine, on obtient un mélange des deux semicarbazones fondant à une température située entre 118°-119° et 94°, cette dernière température de fusion étant celle de la semicarbazone de l'éther acétonedicarbonique.

» La même série de réactions a été reproduite avec de l'acétonedicarbonate de méthyle, et l'on a obtenu un dérivé cuprique répondant à la formule $[C^9H^{10}O^5Cl]^2Cu$, dérivé qui, soumis au même traitement que son homologue inférieur, a donné naissance à une cétolactone chlorée huileuse



dont la semicarbazone est cristallisée et fond à 132°-133°.

» Nous continuons l'étude de cette série de composés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Expressions algébriques approximatives des transcendantes logarithmiques et exponentielles.* Note de M. **J.-A. Normand.**

« *Exponentielles.* — Par définition, on a

$$e^x = e^{\log y} = y.$$

» Il suffit donc d'égaler x à l'une des expressions déjà trouvées de $\log y$. En l'égalant à (2), il vient

$$x = 2n\left[\frac{y^{\frac{1}{n}}-1}{y^{\frac{1}{n}}+1} + \frac{1}{3}\left(\frac{y^{\frac{1}{n}}-1}{y^{\frac{1}{n}}+1}\right)^3 + \frac{1}{5}\left(\frac{y^{\frac{1}{n}}-1}{y^{\frac{1}{n}}+1}\right)^5 + \ldots\right].$$

» La série étant réduite à son premier terme, on a

(14) $$y = e^x = \left(\frac{2n+x}{2n-x}\right)^n,$$

expression rigoureusement exacte pour n infiniment grand, de même que l'expression

$$e^x = \lim\left(1+\frac{x}{n}\right)^n,$$

mais beaucoup moins exacte que cette dernière pour des valeurs peu élevées de n.

» Si l'on adopte (5) comme expression de $\log y$, n étant assez grand pour que la série puisse être réduite à son premier terme, il vient

$$(15)\qquad e^x = \alpha\left(\frac{k - \log\alpha + x}{k + \log\alpha - x}\right)^n.$$

» k est le coefficient très voisin de $2n$ du terme unique $\dfrac{\left(\frac{y}{\alpha}\right)^{\frac{1}{n}} - 1}{\left(\frac{y}{\alpha}\right)^{\frac{1}{n}} + 1}$, ce qui pour les valeurs $\alpha = 10$ et 100, $n = 8$, $k = 16,10$ des formules (12) et (13) donne

$$(16)\qquad e^x = 10\left(\frac{13,797415 + x}{18,402585 - x}\right)^8,$$

$$(17)\qquad e^x = 100\left(\frac{11,494830 + x}{20,705170 - x}\right)^8.$$

» Les valeurs de e^{-x}, d'un usage fréquent, sont évidemment les inverses des précédentes.

» La formule (16), rigoureusement exacte pour $e^x = 10$, donne de bonnes valeurs depuis $e^x = 1$ jusqu'à $e^x = 200$. La formule (17), rigoureusement exacte pour $e^x = 100$, donne de bonnes valeurs depuis $e^x = 4$ jusqu'à $e^x = 2000$.

» On obtient une autre expression de e^x en renversant la série (5) de manière à développer $\dfrac{\left(\frac{y}{\alpha}\right)^{\frac{1}{n}} - 1}{\left(\frac{y}{\alpha}\right)^{\frac{1}{n}} + 1}$ suivant les puissances impaires de $(x - \log\alpha)$. Si l'on ne conserve que deux termes de la nouvelle série, en réduisant à la valeur approximative $\frac{0,08}{n^2}$ le coefficient négatif du second, pour compenser les termes négligés, on obtient

$$(18)\qquad e^x = \alpha\left[\frac{2n + x - \log\alpha - \frac{0,08}{n^2}(x - \log\alpha)^3}{2n - x + \log\alpha + \frac{0,08}{n^2}(x - \log\alpha)^3}\right]^n.$$

» Avec $n = 8$ et $\alpha = 100$, on a

$$(19) \qquad e^x = 100\left[\frac{11,394830 + x - 0,00126(x - 4,605170)^3}{20,605170 - x + 0,00126(x - 4,605170)^3}\right]^8.$$

» Cette formule est moins simple que les précédentes; mais elle fournit des chiffres d'une exactitude remarquable dans des limites très étendues : les unes et les autres offrent l'avantage d'être rationnelles.

» Le Tableau suivant donne les résultats comparés des formules (16), (17) et (19) :

Valeurs de x.	Valeurs de e^x exactes.	par les formules (16).	(17).	(19).
0	1,000	1,001	0,900	1,000
1	2,718	2,725	2,613	2,716
2,302585	10,000	10,000	9,985	9,996
4,605170	100,000	100,15	100,000	100,000
6,214608	500,000	528,3	495,1	500,1
6,907755	1000,000	1108,2	1001,5	1000,4
9,210340	10000,000	»	11082	10000,4

» La série exponentielle classique n'est utilisable que pour des valeurs très peu élevées de x. Ainsi, pour $e^{2,302585} = 10$, la somme des onze premiers termes, pénibles à calculer, laisse encore une erreur de $-\frac{1}{152}$.

» Mais la convergence de la série peut être augmentée par le double procédé déjà utilisé pour accroître celle de la série de $\log y$ et cela au point de rendre le calcul, sans tables de logarithmes, de $e^x = 10000$, par la série modifiée, plus facile que celui de $e^x = 10$ par l'ancienne.

» On a, en effet, identiquement

$$e^x = e^\alpha\left(e^{\frac{x-\alpha}{n}}\right)^n$$

d'où

$$(20) \qquad e^x = e^\alpha\left[1 + \frac{1}{n}(x-\alpha) + \frac{1}{2n^2}(x-\alpha)^2 + \frac{1}{2.3n^3}(x-\alpha)^3 + \ldots\right]^n.$$

» Si l'on adopte, par exemple, $e^\alpha = e^{4,605170} = 100$ et $n = 16$, on obtient la série très convergente

$$(21) \qquad \left\{\begin{aligned} e^x = 100\Big[1 &+ \frac{x - 4,605170}{16} + \frac{(x - 4,605170)^2}{512} \\ &+ \frac{(x - 4,605170)^3}{24576} + \frac{(x - 4,605170)^4}{1572864} + \ldots\Big]^{16}. \end{aligned}\right.$$

» Cette formule, appliquée au calcul de $e^{9,210340} = 10\,000$ en limitant à 6 le nombre des termes et celui des décimales de chaque terme, donne

$$e^x = 100 \times \overline{1,333529}^{16} = 10\,000,9, \qquad \text{erreur } + \tfrac{1}{11000}.$$

» Appliquée au calcul de $e^0 = 1$ pour lequel la série ordinaire est beaucoup plus avantageuse, on obtient

$$e^0 = 100 \times \overline{0,749885}^{16} = 0,9998, \qquad \text{erreur } - \tfrac{1}{5000}.$$

» Il serait certainement facile d'obtenir une bonne expression approximative de e^x en limitant le nombre des termes de (21) à 3 ou 4, et en modifiant les coefficients ainsi que nous l'avons fait pour $\log y$.

» Bien que l'élévation à la 16e puissance entraîne quatre multiplications supplémentaires, et bien qu'elle exige que les termes soient calculés avec une ou deux décimales de plus, l'avantage qui résulte de la transformation de la série connue est considérable. Cette transformation peut être appliquée à la série ordinaire de a^x, ainsi qu'à beaucoup d'autres, d'un emploi trop limité sous leur forme actuelle.

» Les transcendantes de la forme a^x équivalent à $e^{x \log a}$. Les expressions déjà trouvées de e^x sont donc applicables, à condition d'y remplacer x par $x \log a$.

» Comme exemple, on peut citer la formule de la radiation de la chaleur

$$(22) \qquad R = 37,5 \,.\, 1,0077^t = 37,5\, e^{0,00767\,t},$$

t exprimant la température centigrade au-dessus de zéro.

» Aux très hautes températures, l'exposant de e est très élevé ; la valeur de $\alpha = 100$ dans (17) est insuffisante. Avec $\alpha = 1000$, on a

$$(23) \qquad R = 37\,500 \left(\frac{9,1922 + 0,00767\,t}{23,0077 - 0,00767\,t} \right)^8.$$

» Cette formule comparée avec (22) donne : à 500°, 1700^{cal} au lieu de 1730^{cal} ; à 1000°, $80\,400^{cal}$ au lieu de $80\,000^{cal}$; à 1200°, $373\,300^{cal}$ au lieu de $372\,900^{cal}$.

» Le sujet est loin d'être épuisé : il serait facile de donner, par exemple, des expressions approximatives de y^a, a étant voisin de l'unité, d'un usage continuel en Thermodynamique et calculable uniquement, aujourd'hui, par les Tables. »

M. **Considère**, en présentant à l'Académie un Mémoire qu'il vient de publier sur « La résistance à la compression du béton armé et du béton fretté », s'exprime comme il suit :

« Depuis les Communications que j'ai faites à l'Académie, le 25 août et le 8 septembre 1902, au sujet des propriétés du béton fretté par des fils ou barres de métal enroulées en hélice et placées à faible profondeur, j'ai fait de nouvelles expériences sur des prismes de grandes dimensions, qui ont supporté des pressions atteignant 373000^{kg}. Tous les résultats obtenus sur des pièces de plus petites dimensions ont été confirmés et l'on peut les considérer comme définitivement acquis.

» Il est inutile de parler de nouveau de la grande résistance à l'écrasement du béton fretté qui, à poids égal de matière, peut facilement atteindre et même dépasser celle du fer et de l'acier de construction.

» La propriété du béton fretté, que les nouvelles expériences ont mise plus complètement en lumière, est sa surprenante ductilité. On donne comme exemple le cas d'un prisme de 15^{cm} de diamètre, qui, sous une pression moyenne de 557^{kg} par centimètre carré, a pris la forme d'un S dont certaines parties présentaient un rayon de courbure de 60^{cm} seulement.

» Ce fait et d'autres analogues prouvent que le béton maintenu latéralement peut supporter, sans s'écraser ni se fissurer, des déformations énormes et comparables à celles des métaux. Il est vraisemblable que cette propriété n'est pas spéciale au béton; peut-être contribuera-t-elle à expliquer les plissements que l'on observe dans les couches de terrains stratifiées.

» Une observation faite par M. Alfred Picard, à la dernière séance de l'Académie, motive la remarque suivante. Il a exprimé l'avis parfaitement justifié que, pour obtenir du béton armé donnant toutes les garanties désirables, il faut employer des matériaux d'une qualité irréprochable et apporter des soins minutieux dans la confection. Ces précautions, toujours désirables assurément, sont bien moins nécessaires pour le béton fretté, attendu que la fraction la plus grande, de beaucoup, de sa résistance à l'écrasement est produite par le frottement intermoléculaire qui est aussi grand dans le sable et dans le plus mauvais béton que dans le meilleur qu'on puisse faire.

» D'autre part, l'adhérence du béton au métal, dont la destruction serait une cause de ruine dans le béton armé, n'est nullement mise en jeu dans

les sections courantes des pièces frettées où le métal agit normalement à sa surface de contact avec le béton.

» Sans doute, il faut que les extrémités des fils ou barres ne glissent pas dans le béton, mais elles sont repliées dans le centre des pièces où le frottement considérable produit par la pression suffirait à les fixer quand même l'adhérence serait détruite.

» Il importe d'ajouter que les nouvelles expériences, faites sur des prismes formés de bétons quelconques, ont confirmé les règles précédemment indiquées pour le calcul de la résistance des pièces frettées. »

M. **Lannelongue**, en présentant à l'Académie un Volume intitulé : « Histoire de la Maison d'Estouteville, en Normandie », par M. *Gabriel de la Morandière*, précédé d'une description géographique du pays de Caux, dont il est lui-même l'auteur, ajoute :

« J'ai appelé l'attention sur une coutume spéciale à cette région, qui consiste à faire vivre sur le sol, les deux tiers de l'année, les animaux attachés à un piquet nommé *tiers*. Il y a là une expérience biologique digne d'être connue. J'ai fait aussi une description du bord de l'eau, que je crois avoir compris et défini d'une façon nouvelle.

» Le corps du Livre est l'histoire d'une puissante famille qui jadis a rendu d'éminents services à la France et, par le cardinal d'Estouteville, à l'Université. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Rowland*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 43,

M. René Benoît	obtient.	38	suffrages
M. Mathias	»	3	»
M. Macé de Lépinay	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **René Benoit**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

GÉOLOGIE. — *L'éruption de la montagne Pelée en janvier* 1903. Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Les premiers jours de janvier n'ont pas permis de faire d'observations importantes; les éboulements du cône se sont poursuivis comme auparavant et ont déterminé la production de deux dents aiguës à la place du sommet unique qui, jusqu'alors, constituait l'aiguille terminale.

» Nous avons assisté à de très forts éboulements qui se sont produits indépendamment de toute nuée ardente, ce qui prouve bien que, dans la formation de celles-ci, les éboulements du cône, constatés après chaque éruption, sont un phénomène concomittant, mais non déterminant.

» Ce calme relatif n'a duré qu'une quinzaine de jours.

» L'éruption assez importante du 25 janvier a été précédée, le 21 et le 22, d'éruptions de nuées ardentes identiques, mais moins considérables. La nuée ardente du 25 a suivi le même trajet que les précédentes, mais par suite du remblaiement des hauts ravins de la vallée de la rivière Blanche qui devient tous les jours de plus en plus complet, elle s'est divisée, au tiers environ de sa route, pour donner une branche accessoire qui, par un petit col, s'est écoulée vers la rivière Sèche. Il est vraisemblable que cette particularité ira en s'accentuant dans l'avenir. Nous avons vu nettement la nuée ardente sortir de l'aiguille du cône, qui a perdu une trentaine de mètres de hauteur pendant cette éruption.

» La nuée dense, arrivée sur la mer, a roulé à sa surface, développant encore ses volutes sur une longueur de plus d'un mille. Nous avons pu constater directement la grande quantité de cendre qui s'est alors précipitée dans la mer; le nuage une fois dissipé a, en effet, laissé sur celle-ci une traînée boueuse dont l'opacité allait en diminuant à mesure qu'on l'observait à un point plus éloigné du rivage.

» L'épaisseur de cendres laissée sur le bord de la mer par cette éruption à l'ancienne embouchure de la rivière Blanche atteint par places $0^m,50$. Sa température, 48 heures après l'éruption, était encore de 95° C. au voisinage de la mer.

» L'appareil indicateur de température que j'avais placé à quelque distance de la côte a été emporté par ces dernières éruptions et je n'ai pu en

retrouver aucune trace, pas plus que de l'énorme quartier de rocher sur lequel je l'avais installé.

» Ces éruptions sont toujours étroitement limitées. La vitesse de propagation des nuées ardentes est assez grande pour que le vent dominant n'ait d'action sur elles que lorsqu'elles sont au bout de leur course. La grande masse de cendres reste, par suite, limitée à la vallée de la rivière Blanche et à son prolongement sur la mer. La quantité de cendres fines entraînée jusqu'au village du Prêcheur est toujours relativement faible.

» En dehors de cette étroite région, les éruptions qui se succèdent depuis 3 mois n'ont aucun retentissement dans le reste de l'île. »

ASTRONOMIE. — *Perturbations indépendantes de l'excentricité.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Lœwy.

« Soient r et a le rayon vecteur et la distance moyenne au Soleil, ou demi-grand-axe, d'une petite planète de moyen mouvement n; n' le moyen mouvement de Jupiter, planète perturbatrice; K un nombre commensurable tel que l'on ait

$$\frac{n}{n-n'} = \mathrm{K} + \varepsilon.$$

» Dans le problème restreint, ou problème plan, qui nous occupe, les équations différentielles du mouvement se réduisent à *deux*, et l'on peut ramener la question à intégrer, par approximations successives, une équation du second ordre en ρ, quantité définie par

$$r = \frac{a}{1+\rho},$$

et qui sera une fonction de l'élongation θ de la petite planète par rapport à Jupiter.

» Le calcul de la quantité $\mathrm{R} = \rho - \rho^2 + \rho^3 \ldots$, en se bornant au troisième ordre par rapport à l'excentricité, permet d'obtenir en coordonnées polaires la courbe décrite par la planète dans un système d'axes mobiles (OX étant parallèle au vecteur de Jupiter au Soleil), dont l'origine décrit un cercle de rayon a. Nous avons indiqué sous quelle forme se présente la quantité R (¹) et, en négligeant l'excentricité de la petite planète, on a

$$\mathrm{R} = \mathrm{M}_0 + \mathrm{M}_1 \cos\theta + \mathrm{M}_2 \cos 2\theta + \ldots + \mathrm{M}_{21} \cos 21\theta,$$

(¹) *Comptes rendus*, 17 février 1902.

K.	a.	M_9.	M_{10}.	M_{11}.	M_{12}.	M_{13}.	M_{14}.	M_{15}.
11: 3=3,667..	4,206	— 2486.10^{-7}	—57766.10^{-8}	—67725.10^{-8}	—18306.10^{-8}	—11820.10^{-8}	— 3122.10^{-8}	+11974.10^{-9}
7: 2=3,500..	4,156	+ 349	—20629	—36506	—10783	— 6998	— 2340	3076
10: 3=3,333..	4,100	2267	— 5406	—14851	— 5860	— 3801	— 1577	— 1122
13: 4=3,250..	4,070	2653	12143	—10013	— 4325	— 2601	— 1226	— 1344
3=3,000..	3,969	Discontinuité.						
11: 4=2,750..	3,845	—64160.10^{-9}	—52079.10^{-9}	—12433.10^{-9}	—53313.10^{-10}	—23423.10^{-10}	— 7013.10^{-10}	+13565.10^{-11}
8: 3=2,667..	3,802	—33990	—33859	— 8790	—39760	—18586	— 5454	5738
13: 5=2,600..	2,763	—20150	—22726	— 6455	—29782	—14162	— 4066	2848
5: 2=2,500..	3,700	— 7493	—12447	— 3855	—17790	— 8405	— 2565	87140.10^{-12}
12: 5=2,400..	3,631	— 2206	— 6964	— 2312	—10894	— 5143	— 1500	18304
7: 3=2,383..	3,582	+ 44	— 4639	— 1585	— 7506	— 3419	— 1018	— 118
9: 4=2,250..	3,515	1290	— 2752	— 9663.10^{-10}	— 4625	— 1999	— 602	— 6079
11: 5=2,200..	3,472	2753	— 1966	— 6961	— 3390	— 1421	— 440	—11109
13: 6=2,167..	3,442	3324	— 1543	— 5604	— 2760	— 1124	— 354	—12263
15: 7=2,143..	3,421	3830	— 1277	— 4766	— 2379	— 944	— 300	—12964
2=2,000..	3,277	Discontinuité.						
17: 9=1,889..	3,147	—20742.10^{-10}	—14997.10^{-11}	—40167.10^{-12}	—23762.10^{-12}	—10115.10^{-12}	—24325.10^{-13}	+25558.10^{-14}
15: 8=1,875..	3,129	—14464	—15489	—47625	—22065	— 9219	—22808	16417
13: 7=1,857..	3,106	—11179	—13848	—44464	—19095	— 7864	—19289	11576
11: 6=1,833..	3,075	— 8234	—11488	—37013	—15517	— 6285	—15418	7531
9: 5=1,800..	3,029	— 5486	— 8679	—28573	—11363	— 4496	—10966	4221
16: 9=1,778..	2,997	— 4212	— 7150	—23455	— 9130	— 3558	— 8626	2852
7: 4=1,750..	2,956	— 3027	— 5486	—17949	— 6809	— 2599	— 6300	1772
19:11=1,727..	2,922	— 2322	— 4393	—14344	— 5358	— 2014	— 4818	1186
12: 7=1,714..	2,901	— 2031	— 3932	—12862	— 4731	— 1782	— 4351	9342.10^{-15}
17:10=1,700..	2,879	— 1684	— 3327	—10802	— 3961	— 1457	— 3440	7342
5: 3=1,667..	2,824	— 1129	— 2323	— 7470	— 2676	— 9607.10^{-13}	— 2229	4002
18:11=1,636..	2,771	— 7777.10^{-11}	— 1647	— 5225	— 1831	— 6429	— 1467	2273
13: 8=1,625..	2,751	— 6815	— 1440	— 4553	— 1582	— 5500	— 1249	1824
21:13=1,615..	2,733	— 6019	— 1291	— 4069	— 1405	— 4874	— 1116	1548
8: 5=1,600..	2,705	— 4904	— 1063	— 3323	— 1135	— 3857	— 8627.10^{-14}	1109
19:12=1,583..	2,673	— 3945	— 8632.10^{-12}	— 2672	— 8993.10^{-13}	— 3016	— 6677	7921.10^{-16}
11: 7=1,571..	2,650	— 3366	— 7391	— 2276	— 7584	— 2520	— 5533	6193
14: 9=1,556..	2,618	— 2717	— 6001	— 1833	— 6017	— 1967	— 4274	4432
17:11=1,545..	2,598	— 2325	— 5144	— 1551	— 5041	— 1612	— 3479	3456
20:13=1,538..	2,583	— 2144	— 4776	— 1443	— 4687	— 1514	— 3297	3103
23:15=1,533..	2,572	— 1991	— 4407	— 1329	— 4290	— 1372	— 2934	2725
3: 2=1,500..	2,500	— 1223	— 2714	— 7966.10^{-13}	— 2486	— 7648.10^{-14}	— 1616	1429
25:17=1,471..	2,433	— 7801.10^{-12}	— 1729	— 4972	— 1512	— 4513	— 9182.10^{-15}	6287.10^{-17}
22:15=1,467..	2,424	— 7351	— 1631	— 4684	— 1422	— 4197	— 8494	5889
19:13=1,462..	2,412	— 6756	— 1499	— 4264	— 1285	— 3802	— 7660	4903
16:11=1,455..	2,395	— 6031	— 1334	— 3780	— 1132	— 3317	— 6639	4174
13: 9=1,444..	2,371	— 5093	— 1123	— 3154	— 932	— 2692	— 5304	3191
23:16=1,438..	2,353	— 4548	— 1000	— 2792	— 820	— 2354	— 4634	2662
10: 7=1,429..	2,331	— 3906	— 855	— 2370	— 689	— 1956	— 3816	2092
17:12=1,417..	2,300	— 3174	— 692	— 1894	— 543	— 1518	— 2924	1506
7: 5=1,400..	2,256	— 2353	— 509	— 1363	— 382	— 1050	— 1985	921
18:13=1,385..	2,214	— 1764	— 378	— 999	— 275	— 736	— 1367	592
11: 8=1,375..	2,187	— 1467	— 312	— 817	— 220	— 586	— 1078	441
15:11=1,364..	2,155	— 1167	— 246	— 633	— 169	— 442	— 800	293
19:14=1,357..	2,136	— 1023	— 215	— 548	— 145	— 370	— 673	245
23:17=1,353..	2,123	— 941	— 197	— 501	— 132	— 337	— 601	216
31:23=1,348..	2,108	— 839	— 175	— 440	— 115	— 292	— 514	183

les coefficients $M_0, \ldots, M_8$ étant calculés numériquement [1] pour 53 valeurs de K (ou de a), d'un bord à l'autre de l'anneau.

» Nous donnons ici les coefficients jusqu'à M_{15} et nous avons construit les courbes correspondantes pour R. Leurs formes sont très variées; elles seront discutées ailleurs et leurs déformations successives permettent de suivre la valeur d'une perturbation de nature bien définie, d'un bord à l'autre de l'anneau. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur les clapets électrolytiques.* Note de M. **Albert Nodon**, présentée par M. Mascart.

« Les clapets ou soupapes électrolytiques sont des appareils qui ont pour but d'arrêter le courant dans une direction déterminée et de le laisser circuler librement dans une direction contraire.

» On peut réaliser des clapets électrolytiques à l'aide d'un grand nombre de métaux. Ce sont les métaux à faibles poids atomiques, tels que l'aluminium et le magnésium, qui donnent les meilleurs clapets.

» L'électrolyte du clapet doit être constitué, de préférence, par une solution concentrée d'un sel ammoniacal, et en particulier par du phosphate neutre d'ammonium. Ce sel ne provoque pas d'altération sensible des électrodes.

» Les présentes recherches ont porté principalement sur les phénomènes de condensation électrostatique et de résistance intérieure, ainsi que sur les effets de redressement des courants téléphoniques et des décharges oscillantes.

» 1° La capacité électrostatique des clapets est considérable, elle atteint la valeur de 1 farad par centimètre carré de surface d'aluminium.

» 2° L'épaisseur du diélectrique qui constitue le condensateur est de l'ordre de 10^{-8}, c'est-à-dire de l'ordre moléculaire, si toutefois l'on admet que le pouvoir inducteur spécifique du diélectrique est égal à l'unité.

» 3° Les effets de capacité jouent un rôle prépondérant dans le fonctionnement des clapets et soupapes électriques.

» Ils ont, en particulier, pour effet d'abaisser très sensiblement la valeur de la force électromotrice des courants redressés.

» 4° La résistance électrique présentée par les clapets, pendant leur période d'ouverture ou de destruction du diélectrique, est de l'ordre de 20 à 100 ohms-centimètre, au lieu

---

(1) *Comptes rendus,* 15 décembre 1902.

de 6 ohms-centimètre qui représente la résistance spécifique moyenne de l'électrolyte.

» 5° Si l'on examine au microscope la surface d'aluminium du clapet, on ne constate pas de formation visible d'oxyde sur cette surface pendant le passage du courant. La surface d'aluminium présente constamment l'aspect d'une masse métallique poreuse.

» 6° Le clapet donne naissance à des *fuites*, dès que sa température dépasse 25° C. L'isolement du diélectrique devient très faible au voisinage de l'ébullition.

» 7° Pour obtenir, à l'aide d'un clapet, le redressement des courants téléphoniques, on relie le clapet en série avec un galvanomètre sensible et un transmetteur téléphonique.

» On observe une élongation fixe de l'aiguille du galvanomètre pendant l'émission soutenue d'une note musicale devant le téléphone. Cette méthode, qui est due à M. Estaunié, directeur de l'École supérieure de Télégraphie, a été étudiée avec lui et M. Montpellier, au laboratoire du Ministère des Postes et Télégraphes. Elle permet de réaliser un mode de mesure facile des courants téléphoniques ou analogues.

» 8° Les clapets sont susceptibles, par leur capacité élevée, de transformer la décharge oscillante d'un condensateur dans l'air en une décharge continue.

» 9° On peut obtenir des effets d'induction identiques à ceux de l'interrupteur Wenheilt à l'aide d'un clapet branché sur un courant alternatif et sur une bobine d'induction munie d'un trembleur très léger susceptible de vibrer synchroniquement avec la phase du courant redressé.

» La haute capacité du clapet paraît jouer un rôle prépondérant dans cet effet Wenheilt. »

PHYSIQUE. — *Sur la radio-activité induite provoquée par les sels d'actinium.* Note de M. A. **Debierne**, présentée par M. Mascart.

« On sait que les composés de radium ont la propriété de rendre radio-actifs d'une façon temporaire les corps placés dans leur voisinage et j'ai déjà indiqué que le même phénomène se produit avec les composés d'actinium. Les expériences suivantes montrent que si l'activation par les sels d'actinium présente les mêmes caractères généraux que l'activation par les sels de radium, elle peut permettre cependant de distinguer très nettement ces deux corps au point de vue radio-actif.

» Lorsque différents corps sont placés dans une enceinte fermée contenant un composé d'actinium, ils deviennent radio-actifs et prennent, comme avec le radium, au bout d'un temps suffisamment long, une radio-activité limite qui dépend de la grandeur de l'enceinte et de l'activité du produit qui y est contenu. Mais tandis qu'avec le radium cette activation limite est sensiblement uniforme dans toutes les parties de l'enceinte, l'activation provoquée par l'actinium est beaucoup plus intense dans le

voisinage immédiat de la source, et très faible dans les parties éloignées.

» En particulier, le gaz qui entoure les composés d'actinium est rendu fortement radio-actif. Le rayonnement émis par ce gaz est même très intense par rapport à celui qui est émis directement par le sel solide. Si, en effet, on chasse continuellement par un courant d'air le gaz placé autour d'un composé d'actinium, on diminue dans de très fortes proportions l'intensité du rayonnement total et, par suite, la radio-activité apparente de ce composé. Ce phénomène ne se produit pas d'une façon sensible avec les sels de radium.

» Nous avons montré précédemment, M. Curie et moi, que, lorsqu'on fait continuellement le vide dans une enceinte contenant du radium, on ne peut pas produire de radio-activité induite appréciable dans cette enceinte. On constate, en répétant l'expérience avec l'actinium, que, dans les mêmes conditions, l'activité induite se produit très facilement et est alors provoquée uniformément dans toutes les parties du vase. Là où l'on n'avait à la pression ordinaire qu'une activation négligeable, on obtient une activité induite identique à celle provoquée dans le voisinage immédiat de la source activante.

» La grandeur de l'activité induite sur une surface solide dépend aussi, comme avec le radium, du volume de l'espace libre qui est devant cette surface. L'activation est d'autant plus faible que cet espace libre est plus petit. Cependant, avec l'actinium, l'activité induite n'est pas proportionnelle au volume de l'espace libre et l'influence de l'espace libre est moins considérable qu'avec le radium.

» Des expériences publiées récemment par M. Curie montrent que la radio-activité induite par les sels de radium sur les corps solides, diminue d'une façon régulière avec le temps, suivant une loi exponentielle. Lorsqu'une lame activée est retirée de l'enceinte activante, son activité diminue sensiblement de la moitié de sa valeur en 30 minutes. Les corps activés par l'actinium présentent le même phénomène, cependant la désactivation est nettement plus lente pour les corps placés dans le voisinage immédiat de la source.

» La cause de l'activation des corps placés dans une enceinte réside dans l'espace libre de cette enceinte. Si l'on supprime l'action du radium, cette cause d'activation persiste pendant longtemps en diminuant d'intensité avec le temps d'une façon régulière, suivant une loi exponentielle dont la constante est telle que l'intensité d'activation diminue de la moitié de sa valeur

en 4 jours. M. Rutherford a montré que dans le cas du thorium l'intensité d'activation diminue de la moitié de sa valeur en 1 minute et demie. Des expériences, sur lesquelles je me propose de revenir prochainement, montrent que le phénomène est identique avec l'actinium. Mais, pour l'activation qui se produit dans le voisinage de la source, la constante de temps est très différente et l'intensité d'activation diminue de la moitié de sa valeur en quelques secondes. Ces constantes de temps permettent de distinguer le radium, le thorium et l'actinium au point de vue radio-actif et les valeurs très différentes de ces constantes permettent également d'expliquer les différences observées dans l'activation provoquée par ces corps.

» En effet, dans l'hypothèse émise récemment par M. P. Curie, les corps radio-actifs émettent constamment des centres d'énergie activante qui provoquent la radio-activité induite autour de ces corps en même temps que leur radio-activité propre. Ces centres d'énergie, qu'on peut appeler les *ions activants*, constituent ce que M. Rutherford appelle l'*émanation*. Ces centres s'épuisent peu à peu avec le temps, suivant une loi caractéristique, et se diffusent dans l'espace environnant le corps radio-actif.

» Dans le cas de l'actinium, cette destruction se produit rapidement; il en résulte que dans l'air, à la pression ordinaire, où la diffusion s'opère lentement, les centres activants sont éteints avant d'avoir pu s'éloigner beaucoup de la source et ils se trouvent concentrés au voisinage du sel d'actinium; l'activation est donc plus intense dans cette portion de l'espace.

» Dans le vide, la diffusion est beaucoup plus rapide et l'activation se produit d'une façon uniforme; elle pourra être intense, même en faisant le vide d'une façon continue, car toute l'énergie activante se dégage en un temps assez court et l'appareil à vide n'élimine que des centres déjà épuisés.

» Avec le radium, les centres activants s'épuisent lentement et ont le temps de se diffuser dans tout l'espace de l'enceinte. Lorsqu'on fait continuellement le vide, ces centres sont éliminés avant d'avoir dégagé une quantité appréciable d'énergie activante. L'activation devra donc être très faible.

» J'ai cherché à préciser suivant quel mécanisme les centres activants agissent sur les corps pour les rendre radio-actifs. D'après des expériences que je me propose de publier prochainement, je considère comme très probable que les centres activants émettent un rayonnement qui produit

l'activation. Ce rayonnement est dévié dans un champ magnétique, à la façon des rayons cathodiques. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Conditions de dosage du manganèse en liqueur acide par les persulfates*. Note de M. H. **Baubigny**, présentée par M. Troost.

« On sait que, lorsqu'on chauffe une solution d'un persulfate alcalin, ce sel perd de l'oxygène (ozonisé) en se transformant en acide par hydratation, et que, si la solution renferme du manganèse, cette production d'acide libre n'empêche pas la séparation du métal à l'état de peroxyde. C'est cette remarque qui m'a conduit à rechercher si, dans un liquide préalablement acidifié, le phénomène était encore possible, la question ayant son intérêt au point de vue analytique.

» En excluant, et pour cause, l'acide HCl, j'ai fait l'expérience avec les acides sulfurique et nitrique, ainsi qu'avec quelques acides organiques. Ce sont les résultats obtenus avec les deux premiers que je donne aujourd'hui, car en présence de substances organiques, même de l'acide acétique, la précipitation du manganèse peut être nulle ou incomplète.

» 1° Avec les acides sulfurique et azotique, la faculté du Mn à se peroxyder diminue avec la richesse de la solution en acide libre. Mais cette atténuation disparaît si l'on augmente progressivement la quantité de persulfate, cette quantité restant d'ailleurs proportionnée au poids de Mn en solution; de telle sorte que si la teneur en acide libre n'atteint pas des limites exagérées, on peut encore doser ce métal. J'ai pu suivre ainsi la réaction dans des milieux renfermant en volume jusqu'à 5 $\frac{1}{2}$ pour 100 de SO^4H^2; soit, en poids, 100g au litre.

» C'est ce que prouve l'examen des groupes d'expériences A, B, C, D et E dans le Tableau où je consigne leurs résultats, ces expériences étant toujours résumées selon le mode schématique adopté dans ma Note du 15 décembre 1902. A titre de contrôle, j'ai ajouté dans une dernière colonne les petites quantités de Mn restées dans les eaux mères après l'opération. Ces quantités désignées sous la rubrique « Mn^3O^4 *resté dans les eaux* » sont exprimées en oxyde salin, d'après le mode de dosage (1) employé, et pour permettre une comparaison rapide entre les divers termes comparables. Cette détermination s'effectue simplement en saturant par AzH^3 les eaux mères, filtrant après avoir chauffé quelques minutes à l'ébullition avec un peu de persulfate et calcinant. Le résidu des eaux évaporées à siccité ne renferme plus de manganèse.

---

(1) Ce procédé a été attaqué, il y a quelques années. Je démontrerai plus tard, avec détails, qu'il est d'une exactitude parfaite, si l'on se soumet à certaines précautions.

		Volume initial en cm³.	SO^4H^2 66° Bé en volume.	AzO^3H 36°,5 Bé en volume.	Durée de chauffe.	$(AzH^4)^2S^2O^8$ richesse 94 pour 100.	Mn^3O^4 initial.	Mn^3O^4 trouvé.	Mn^3O^4 resté dans les eaux.
					min	g	g	g	g
A.	(1)	200	»	$\frac{1}{4}$ %	20	2	0,3116	0,3118	<0,0001
	(2)	200	»	1 »	20	2	0,3116	0,2679	0,0438
	(3)	200	»	1 »	20	4	0,3116	0,3114	0,0001
B.	(4)	200	1 %	»	20	2	0,1558	0,1559	<0,0001
	(5)	200	2 »	»	20	2	0,1558	0,1118	0,0442
	(6)	200	2 »	»	20	4	0,1558	0,1556	0,0003
C.	(7)	200	»	1,5 »	20	2	0,1558	0,1557	<0,0001
	(8)	200	»	2 »	20	2	0,1558	0,1501	0,0059
	(9)	200	»	2 »	40	2	0,1558	0,1558	0,0002
	(10)	200	»	3 »	20	2	0,1558	0,1170	0,0390
	(11)	200	»	3 »	40	2	0,1558	0,1439	0,0120
	(12)	200	»	3 »	20	4	0,1558	0,1556	0,0002
D.	(13)	200	2 »	»	20	6	0,3116	0,3113	<0,0001
	(14)	200	4 »	»	20	9	0,2876	0,2575	0,0300
	(15)	200	4 »	»	20	12	0,2876	0,2870	0,0005
E.	(16)	200	4 »	»	20	2	0,0719	0,0532	0,0188
	(17)	200	4 »	»	25	3	0,0719	0,0714	0,0004
	(18)	200	4 »	»	40	4	0,0719	0,0708	0,0012
	(19)	200	5,5 »	»	20	4	0,0719	0,0580	0,0140
	(20)	200	5,5 »	»	20	6	0,0719	0,0713	0,0007

» 2° En second lieu, l'emploi de l'acide sulfurique est préférable à celui de l'acide nitrique. Cela ressort aussi de l'expérience. Dans ces recherches, en effet, on doit tenir compte de l'acidité mise en jeu; or, sous le même volume, le degré d'acidité de SO^4H^2 à 66° Bé ($d = 1,84$) est très supérieur à celui de l'acide azotique à 36°,5 Bé ($AzO^3H + 3H^2O$; $d = 1,338$) qui a servi; et, de fait, le dosage alcalimétrique a donné comme rapport 3,14; autrement dit, 1^{cm^3} de SO^4H^2 équivaut, comme acidité, à plus de 3^{cm^3} d'acide nitrique à 36°,5 Bé.

» Or, pour le *même degré d'acidité*, la quantité de Mn, précipitée en présence de l'acide sulfurique par un poids *donné* de persulfate, est supérieure à celle obtenue en présence de l'acide nitrique, quand toutes les autres conditions expérimentales restent *identiques*. La comparaison des groupes B et C et, notamment, des essais (4) et (10), qui répondent au même degré d'acidité, démontre le fait d'une façon indiscutable.

» 3° Enfin, l'oxydation est plus rapide en présence de l'acide sulfurique, puisque, avec l'acide nitrique, comme le montrent les expériences (8) et (9) d'une part, (10) et (11) de l'autre, il faut, pour arriver à l'action maximum, augmenter la durée de chauffe, le temps étant comme toujours compté à partir du moment où l'eau du bain-marie entre en ébullition. Je dirai plus : c'est qu'avec l'acide sulfurique, dans le cas des liquides très acides (4 et 5 pour 100 de SO^4H^2 en volume), il y a même un inconvénient à trop prolonger l'action de la chaleur, parce que, lorsque le persulfate,

agent d'oxydation, est presque entièrement décomposé, l'acide semble réagir sur l'oxyde précipité et redissoudre du métal (opér. 18). Mais le liquide une fois refroidi, on peut à volonté filtrer de suite (opér. 15) ou attendre même 24 heures (opér. 17) sans modifier les résultats.

» Devant l'observation de ces faits, l'usage de l'acide sulfurique étant tout indiqué, c'est le seul que j'ai depuis lors employé. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs de formation de quelques composés sulfurés et azotés.* Note de M. **Marcel Delépine.**

« Comme suite à mes recherches sur les composés sulfurés et azotés dérivés du sulfure de carbone, je me suis proposé de comparer quelques-uns d'entre eux au point de vue thermochimique. Mes déterminations ont porté sur les principales substances que j'ai eues entre les mains au cours de ces recherches, ainsi que sur quelques autres qui présentent avec elles des relations d'isomérie, mais appartiennent à un autre ordre. A cet effet, je me suis servi de la bombe calorimétrique de M. Berthelot, les chaleurs de formation étant calculées d'après l'équation de combustion :

$$C^nH^mAz^pS^q + \left(2n + \frac{m}{2} + 3q\right)O$$
$$= nCO^2 \text{ gaz} + \left(\frac{m}{2} - q\right)H^2O \text{ liq} + pAz \text{ gaz} + qSO^4H^2 \text{ diss.}$$

» J'ai brûlé dans la bombe calorimétrique :

» I. Des éthers imidodithiocarboniques substitués à l'azote $RAz : C(SR')^2$;

» II. Des dithiouréthanes isomères bisubstituées à l'azote $R^2AzCSSR'$, différant des précédents par les saturations du carbone central vis-à-vis du soufre et de l'azote;

» III. Deux thialdines isomères des précédents corps, la méthylformothialdine et la thialdine ordinaire;

» IV. Deux carbothialdines, la diméthylformocarbothialdine et la carbothialdine ordinaire, isomères entre elles ainsi qu'avec une thialdine formique, précédemment étudiée sous le nom de *pentaméthylène-diamine-disulfine* [1].

» Voici les résultats obtenus, rassemblés dans un Tableau où se trouvent indiquées successivement les formules brutes, les formules de constitution, les chaleurs de combustion par gramme et par molécule, et, enfin, les chaleurs de formation à partir des éléments : C diamant, H gaz, Az gaz et S octaèdre.

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XV, 1898, p. 572.

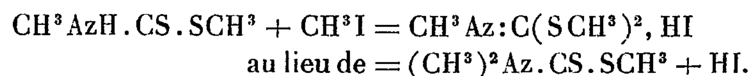
	Formule.	Constitution.	Chaleurs de combustion à vol. constant par gr.	à vol. constant par mol.	à pression const. par mol.	Chaleur de formation moléculaire.
			cal	Cal	Cal	Cal
I.	$C^4H^9AzS^2$ liq..	$CH^3Az:C(SCH^3)^2$	7159,2	966,5	969,2	+ 0,7
	$C^5H^{11}AzS^2$ liq.	$C^2H^5Az:C(SCH^3)^2$	7563,6	1126,98	1130,05	+ 3,15
	$C^6H^{13}AzS^2$ liq.	$CH^3Az:C(SC^2H^5)^2$	7889,4	1285,97	1289,35	+ 7,15
	$C^9H^{11}AzS^2$ sol.	$C^6H^5Az:C(SCH^3)^2$	7825,0	1541,5	1544,5	−34,1
II.	$C^4H^9AzS^2$ sol..	$(CH^3)^2Az.CS.SCH^3$	7045,6	951,15	953,9	+16,0
	$C^5H^{11}AzS^2$ liq.	$(CH^3)^2Az.CS.SC^2H^5$	7510,5	1119,05	1122,0	+11,2
	$C^6H^{13}AzS^2$ liq.	$(C^2H^5)^2Az.CS.SCH^3$	7781,0	1268,3	1271,7	+24,8
III.	$C^4H^9AzS^2$ sol..	$CH^2\langle{S-CH^2 \atop S-CH^2}\rangle Az.CH^3$	7123,9	961,73	964,45	+ 5,45
	$C^6H^{13}AzS^2$ sol.	$C^2H^4\langle{S-C^2H^4 \atop S-C^2H^4}\rangle AzH$	7731,8	1260,28	1263,6	+32,9
IV.	$C^5H^{10}Az^2S^2$ sol.	$CS^2(CH^2=Az-CH^3)^2$	6764,0	1095,77	1098,4	+ 0,3
	$C^5H^{10}Az^2S^2$ sol.	$CS^2(CH^3-CH=AzH)^2$	6686,4	1083,2	1085,8	+12,9
	$C^5H^{10}Az^2S^2$ sol.	$CH^2\langle{S-CH^2 \atop S-CH^2}\rangle Az.CH^2.Az:CH^2$	6852,8	1110,15	1112,7	−14,2

» Dans le premier groupe, on peut faire des rapprochements intéressants avec les sénevols étudiés par M. Berthelot, lesquels ont avec les éthers imidodithiocarboniques le groupement commun $RAz:C-S$ et la différence constante $S+2CH^3$. On a ainsi :

Chal. de form. de $CH^3Az:C(SCH^3)^2$ — Chal. de form. de $CH^3Az:C:S$ = 0,7 −(− 9,4) ou 10,1
» $C^2H^5Az:C(SCH^3)^2$ » $C^2H^5Az:C:S$ = 3,15 −(− 7,6) ou 10,75
» $C^6H^5Az:C(SCH^3)^2$ » $C^6H^5Az:C:S$ = − 34,1 −(−46,5) ou 12,4

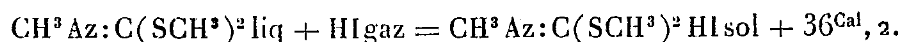
» La différence se conserve sensiblement, malgré la variation notable des poids moléculaires.

» Dans le second groupe de corps isomères des précédents, nous sommes frappés de la chaleur de combustion notablement plus faible (comparer les colonnes du gramme) des combinaisons où le soufre est deux fois lié au carbone au lieu que ce soit l'azote. Et nous avons lieu de nous demander pourquoi ce n'est pas la dithiouréthane qui se forme lorsque l'on fait réagir l'iodure de méthyle, par exemple, sur l'Az-méthyl-dithiocarbamate de méthyle :



$$CH^3AzH.CS.SCH^3 + CH^3I = CH^3Az:C(SCH^3)^2, HI$$
$$\text{au lieu de} = (CH^3)^2Az.CS.SCH^3 + HI.$$

» A cela on peut répondre que, dans le premier cas, l'acide iodhydrique reste uni au nouveau corps qui est une *base*, alors que les dithiouréthanes sont des substances neutres, incapables de le fixer. Or, j'ai montré que l'on a [1]



$$CH^3Az{:}C(SCH^3)^2\,\text{liq} + HI\,\text{gaz} = CH^3Az{:}C(SCH^3)^2HI\,\text{sol} + 36^{\text{Cal}},2.$$

» Comme la chaleur de formation de l'acide iodhydrique est à peu près nulle, c'est donc 36^{Cal} qui s'ajoutent lors de la formation du sel de l'éther imidodithiocarbonique, et cette valeur excède suffisamment la différence des chaleurs de formation des deux ordres de corps pour que la réaction suive le cours, qui engendre les sels des éthers imidodithiocarboniques.

» Cette observation doit être étendue à toutes les substances possédant le groupement — CS.AzH —; par l'action d'un éther halogéné, on forme le sel d'un éther — C(SR):Az — possédant une basicité plus grande. Je me suis assuré du fait, en comparant un certain nombre de sulfourées à leurs homologues obtenues par l'action de l'iodure de méthyle. Les corps du groupe III et les deux premiers du groupe IV ont bien leurs variations de chaleurs de formation dans le sens où les homologies soit à l'azote, soit au carbone, le font prévoir. Enfin dans la pentaméthylène-diamine-disulfine, la chaleur de formation devient négative, par suite de la présence des groupes $Az.CH^2.Az{:}CH^2$ dont la chaleur de formation est négative, ainsi que l'a montré antérieurement la chaleur de combustion de l'hexaméthylène-amine.

» La formation des thialdines, soit par l'action simultanée de l'ammoniaque et de l'hydrogène sulfuré sur les aldéhydes, soit de l'hydrogène sulfuré seul sur les combinaisons ammoniacales de ces aldéhydes, est largement exothermique, que les corps soient pris à l'état dissous ou liquides. Il en est de même de l'union du sulfure de carbone avec les dérivés ammoniacaux des aldéhydes, pour la formation des carbothialdines. Il serait facile de s'en assurer en établissant les équations génératrices d'après les données thermochimiques relatives aux composants. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 108, 1902.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action de l'hydrogène sur le sulfure d'argent en présence des sulfures d'antimoine et d'arsenic.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. Henri Moissan.

« Quand on chauffe au rouge sombre et dans le vide le sulfure d'argent avec les trisulfures d'antimoine et d'arsenic, on obtient des liquides mobiles qui par refroidissement se solidifient en augmentant considérablement de volume. Les substances solidifiées sont parfaitement homogènes et cassantes; elles ont, dans le cas du sulfure d'antimoine, l'aspect métallique.

» Nous nous sommes proposé d'étudier l'action qu'exerce le gaz hydrogène sur ces mélanges de sulfures quand la température est supérieure à leur point de fusion.

» Si l'on fait réagir les corps dans des tubes scellés, on observe que quelles que soient les proportions des deux sulfures la réaction est limitée, comme elle l'est du reste pour chacun des sulfures d'argent et d'antimoine séparés (1).

» En opérant par exemple à 610° avec des tubes de 8^{cm^3} environ de capacité nous avons obtenu les valeurs suivantes du rapport R de la pression partielle de l'hydrogène sulfuré à la pression totale du mélange gazeux :

» Avec $0^g,5$ du mélange répondant à la formule $Sb^2S^3 3Ag^2S$ le nombre $R = 0,503$;

» Avec $0^g,5$ du mélange répondant à la formule $Sb^2S^3 Ag^2S$ le nombre $R = 0,609$.

» Ces nombres sont compris entre ceux que l'on obtient, dans les mêmes conditions de température, d'une part avec le sulfure d'argent seul, quelle qu'en soit la masse, d'autre part avec le sulfure d'antimoine pur, à condition que, dans le dernier cas, on opère avec des masses égales respectivement à celles qui entrent dans $0^g,5$ des deux corps précédents.

» Avec une masse quelconque de sulfure d'argent on a en effet à 610° $R = 0,170$.

» Avec $0^g,155$ de sulfure Sb^2S^3 (poids contenu dans $0^g,5$ du corps $Sb^2S^3 3Ag^2S$) on a à la même température $R = 0,576$.

» 0,280 de sulfure Sb^2S^3 (poids contenu dans $0^g,5$ du corps $Sb^2S^3Ag^2S$) donnent pour R le nombre 0,623.

» D'après ces nombres on voit que *la valeur de* R *augmente avec la proportion de sulfure d'antimoine dans le mélange.*

» Pour étudier la loi de cette variation nous avons opéré avec des mélanges contenant pour une même masse de sulfure d'antimoine, soit $0^g,5$, des masses crois-

---

(1) Pélabon, *Annales de Physique et de Chimie*, 7e série, t. XXV.

santes de sulfure d'argent. Voici les nombres obtenus, la température étant voisine de 635° :

Poids de Ag^2S.	Volume de R.
g 0,35	0,617
0,40	0,610
0,50	0,593
0,60	0,551
0,70	0,528
0,80	0,518

» Au moyen de ces nombres on peut construire une courbe en portant en abscisses les valeurs du poids de sulfure d'argent, en ordonnées les valeurs de R correspondantes. Cette courbe présente un point d'inflexion très net dont l'abscisse est à peu près la moyenne de celles qui correspondent aux mélanges $Sb^2S^3Ag^2S$ et $SbS^3 2Ag^2S$.

» Les résultats de l'étude précédente s'expliquent parfaitement, si l'on tient compte qu'à la température des expériences, le sulfure d'antimoine a une certaine tension de vapeur, et que cette tension doit se trouver diminuée par le sulfure d'argent dissous.

» L'étude thermodynamique de la dissociation conduit en effet à cette conclusion, que tout abaissement de la tension de vapeur du sulfure d'antimoine doit se traduire par une diminution de la pression partielle de l'hydrogène sulfuré dans le mélange gazeux.

» D'après cela, plus la masse de sulfure d'argent sera forte, plus la proportion d'hydrogène sera faible, ce qui est bien d'accord avec l'expérience.

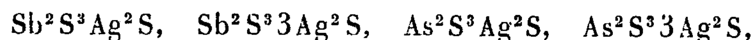
» En étudiant l'action de l'hydrogène sur le trisulfure d'arsenic en présence du sulfure d'argent, nous avons constaté encore que, pour une même valeur de la température, la proportion d'hydrogène sulfuré dans le mélange gazeux diminue quand la quantité de sulfure d'argent augmente; ainsi à 630° nous avons obtenu les nombres suivants, la masse de sulfure d'arsenic étant égale à 0g,5 :

Poids de Ag^2S.	Valeur de R.
g 1,0	0,941
1,5	0,875
2,0	0,825
3,0	0,772
4,0	0,743
5,0	0,735

» Le rapport R, qui décroît d'abord très rapidement quand le poids de sulfure d'argent est inférieur à 3g, diminue ensuite plus lentement. Rappelons qu'avec 0g,5 de sulfure d'arsenic pur la valeur de R à la température considérée est voisine de 1.

» Comme dans le cas du sulfure d'antimoine, ces résultats sont d'accord avec les conclusions de la théorie de la dissociation, du moins qualitativement.

» *Remarque.* — L'étude de l'action de l'hydrogène sur des masses variables de mélanges déterminés, tels que ceux qui répondent aux formules



$$Sb^2S^3Ag^2S, \quad Sb^2S^33Ag^2S, \quad As^2S^3Ag^2S, \quad As^2S^33Ag^2S,$$

nous a montré que le rapport R augmente régulièrement avec le poids de ces mélanges, comme cela a lieu, du reste, si l'on part des sulfures purs correspondants Sb^2S^3 et As^2S^3. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide phosphorique sur l'érythrite.* Note de M. P. CARRÉ, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons vu (¹) que l'acide phosphorique agit sur la mannite, d'abord comme déshydratant et ensuite s'éthérifie pour donner finalement un éther de la mannide et non celui de la mannite elle-même.

» L'érythrite se déshydratant facilement, j'ai voulu voir si l'acide phosphorique ne se comporterait pas avec elle d'une manière analogue.

» Le chauffage du mélange équimoléculaire d'acide phosphorique et d'érythrite conduit aussi aux remarques suivantes. On constate :

» 1° Un départ d'eau avant qu'il n'y ait éthérification ;

» 2° Une vitesse d'éthérification beaucoup plus faible que celle correspondant aux alcools primaires.

» Nous pouvons donc, ici encore, prévoir une déshydratation de l'érythrite sous l'influence de l'acide phosphorique.

» La marche de l'éthérification est suivie au moyen de titrages alcalimétriques à l'hélianthine, à la phtaléine et à la phtaléine en présence de chlorure de calcium. (Les opérations étaient faites à 125°, soit à l'air libre, soit dans le vide.)

» Au commencement, on trouve un seul OH de l'acide phosphorique éthérifié. Ensuite, le deuxième OH entre en réaction, et cela d'autant plus tôt, par rapport à la proportion du premier déjà éthérifié, que la pression est plus faible. Quel que soit le temps de chauffage, on retrouve la totalité de l'acide phosphorique. Par conséquent, le troisième OH ne réagit pas.

» Cependant, la limite d'éthérification est, pour le deuxième OH, bien plus reculée que dans le cas de la mannite. Ainsi, un mélange chauffé 100 heures à 125° et à l'air libre renfermait 44,4 pour 100 d'acide phosphorique à l'état de diéther et 19,8 à l'état de monoéther, ce qui fait, au total, 64,2 pour 100 d'acide éthérifié.

» Donc, pour l'érythrite, nous aurions plus de 100 pour 100 d'éthérification si nous

---

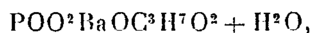
(¹) P. CARRÉ, *Comptes rendus*, 2 février 1903.

admettions la fixation d'une deuxième molécule d'alcool sur l'acide phosphorique. On est donc obligé d'admettre que c'est la même molécule d'alcool qui est éthérifiée par les deux OH phosphoriques.

» On ne pouvait prévoir cela pour la mannite; car la quantité totale de mannite éthérifiée, même en supposant la fixation d'une deuxième molécule, restait de beaucoup inférieure à 100 pour 100.

Je n'ai pu réussir encore à séparer le diéther formé du monoéther, et par conséquent vérifier par une analyse les conclusions ci-dessus.

» Le monoéther peut être isolé à l'état de sel de baryum. On arrête l'éthérification avant que le deuxième OH n'entre en réaction. On sature le mélange repris par l'eau, par le carbonate de baryte et la baryte jusqu'à neutralité à la phtaléine. On filtre et précipite le sel resté dissous par l'alcool. On le purifie par plusieurs précipitations et lavages à l'alcool. Séché à froid dans le vide sulfurique il répond à la formule

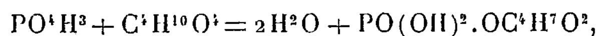


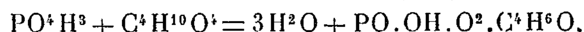
$$POO^2BaOC^3H^7O^2 + H^2O,$$

ainsi que le prouve l'analyse (1).

» Ce sel perd 1^{mol} d'eau vers 140°-150°. Il est très soluble dans l'eau. La solution aqueuse évaporée lentement à froid laisse déposer une masse solide, d'aspect vitreux, non cristallisée. Le sel de plomb est insoluble dans l'eau.

» L'obtention de ce corps et les considérations précédentes nous conduisent donc à admettre pour l'action de l'acide phosphorique sur l'érythrite les deux réactions suivantes :





$$PO^4H^3 + C^4H^{10}O^4 = 2H^2O + PO(OH)^2.OC^4H^7O^2,$$
$$PO^4H^3 + C^4H^{10}O^4 = 3H^2O + PO.OH.O^2.C^4H^6O.$$

» Les titrages alcalimétriques permettent de voir que le premier de ces éthers est monoacide à l'hélianthine et diacide à la phtaléine. Le deuxième est monoacide à l'hélianthine et à la phtaléine.

» Le sel de plomb mis en suspension dans l'eau, et décomposé par l'hydrogène sulfuré, donne une solution de l'acide correspondant. Par concentration à froid dans le vide, il y a décomposition partielle. Aussi m'a-t-il été impossible d'isoler l'acide $PO(OH)^2OC^3H^7O^2$ à l'état de pureté.

» En résumé, l'acide phosphorique agit donc sur l'érythrite d'abord comme déshydratant, et ensuite s'éthérifie pour donner un monoéther de l'érythran, lequel peut encore perdre 1^{mol} d'eau pour donner en même temps un diéther, résultant de l'éthérification de deux OH phosphoriques par une même molécule d'érythran. »

---

(1)

	Ba.	C.	H.	P.	H^2O
Trouvé p. 100...	39	13,8	2,8	8,9	4,89
Calculé p. 100...	38,81	13,59	2,54	8,78	5,09

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de quelques combinaisons de l'acide α-méthyl-α'-isopropyladipique.* Note de M. C. **Martine**, présentée par M. A. Haller.

« Tout en poursuivant l'étude que j'ai entreprise, des benzylidène-menthones isomères obtenues à partir soit de la menthone provenant du menthol naturel, soit de menthones d'autre origine, j'ai préparé quelques-unes des principales combinaisons de l'acide α-méthyl-α'-isopropyladipique que j'ai signalé, dans une précédente Communication (¹), comme constituant l'un des principaux produits de l'oxydation de la Benzylidène-menthone fusible à 51°.

» Les éthers diméthylique et diéthylique de cet acide se préparent facilement par l'action de l'acide chlorhydrique sec sur une dissolution de l'acide dans les alcools méthylique et éthylique anhydres. Ils sont tous deux liquides, doués d'une odeur faible plutôt désagréable.

» *L'α-méthyl-α'-isopropyladipate diméthylique* distille à 143°-144° sous 22^{mm} de pression. A la pression ordinaire il bout vers 251° en se décomposant partiellement.

» *L'α-méthyl-α'-isopropyladipate diéthylique* distille à 158° sous une pression de 19^{mm}.

» *Chlorure d'α-méthyl-α'-isopropyladipyle* $C^8H^{16}(COCl)^2$. — On prépare ce composé avec un rendement théorique en chauffant pendant 30 minutes au bain-marie, dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux, poids égaux d'acide et de trichlorure de phosphore. L'excès de trichlorure étant chassé par distillation, on sépare très facilement, après refroidissement et par simple décantation, le chlorure d'acide parfaitement incolore, de l'acide phosphoreux qui adhère au fond du ballon. C'est un liquide doué d'une odeur faible qui distille entièrement à 247°-248° sous 25^{mm} de pression, en se décomposant légèrement.

» Ce chlorure est peu stable : déjà à une seconde rectification il avait perdu la fixité de son point d'ébullition et le liquide distillé avait pris une légère coloration violacée; à l'obscurité même il se colore rapidement en brun foncé. Il absorbe l'humidité de l'air en régénérant l'acide fusible à 105°.

» *Diamide de l'acide α-méthyl-α'-isopropyladipique* $C^8H^{16}-(COAzH^2)^2$. — Préparée en faisant arriver du gaz AzH^3 dans une dissolution refroidie du chlorure de l'acide dans le benzène sec. Ce sont de fines aiguilles blanches presque totalement insolubles dans l'éther et l'alcool froids, et qui, recristallisées dans l'alcool bouillant, fondent à 242°.

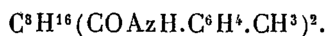
» *Dianilide de l'acide α-méthyl-α'-isopropyladipique* $C^8H^{16}-(COAzHC^6H^5)^2$. — Le chauffage pendant 6 heures, au bain d'huile à 180°, de l'acide avec un excès

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1438.

d'aniline ne donne pas trace de dianilide ni même de monoanilide. D'ailleurs, MM. Bouveault et Tétry, qui ont indiqué ce mode de préparation, ont eux-mêmes constaté (1) que, si ce procédé donne quantitativement la dianilide avec les acides adipique et β-méthyl-adipique, il n'en est pas de même avec l'acide α-méthyladipique. Dans ce dernier cas, en effet, à côté de la dianilide on obtient une quantité notable de monoanilide. Le simple rapprochement de ces deux observations paraît autoriser à conclure, au moins lorsqu'il s'agit de radicaux alcooliques, que la présence dans la chaîne de l'acide adipique de substitutions en position α est un obstacle à la formation des anilides par l'action directe de l'aniline sur l'acide.

» La dianilide $C^8H^{16}-(CO.AzH.C^6H^5)^2$ s'obtient facilement et avec des rendements théoriques par addition du chlorure d'acide à un excès d'aniline dissoute dans l'éther anhydre. Elle se présente sous forme de fines aiguilles blanches peu solubles dans l'éther et l'alcool froids. Cristallisée dans l'alcool bouillant, elle fond à 231°.

» *Diparatoluide de l'acide α-méthyl-α'-isopropyladipique*



$$C^8H^{16}(COAzH.C^6H^4.CH^3)^2.$$

Se prépare de la même façon que la dianilide. Assez difficilement soluble dans l'alcool bouillant, d'où elle se sépare par refroidissement sous forme d'un voile gélatineux, constitué par un feutrage de fines aiguilles microscopiques, fusibles à 229°. »

PHYSIQUE. — *De la température de caléfaction; son emploi en alcoométrie.* Note de M. **Bordier**, présentée par M. d'Arsonval.

» Ainsi que Boutigny l'a montré, il n'est pas nécessaire, pour qu'un liquide prenne l'état sphéroïdal, que la plaque sur lequel on le met soit portée au rouge: lorsqu'on laisse refroidir une telle plaque, il arrive un moment où le contact entre le liquide et le métal s'établit et la vaporisation se fait brusquement. C'est la température du métal correspondant à la fin de la caléfaction que je me suis attaché à étudier; cette température qui est toujours la même pour un liquide donné, dans des conditions déterminées, apparaît comme une constante physique des corps et peut être appelée *point de caléfaction.*

» Pour déterminer aussi exactement que possible cette température, il convient de faire écouler le liquide considéré par gouttes se succédant à une ou deux secondes d'intervalle sur une surface métallique présentant une légère pente: si, après avoir porté le métal à une température supérieure à celle du point de la caléfaction du liquide, on laisse refroidir le système, les gouttes roulent très nettement sur la plaque; puis, à un

(1) *Bull. Soc. chim.*, t. XXV, p. 443.

moment donné, on constate la disparition brusque du roulement, qui est remplacé par un aplatissement de la goutte sur le métal que le liquide mouille maintenant. La température à laquelle ce changement brusque se produit est le point de caléfaction du liquide.

» La cause qui maintient la goutte au-dessus du métal chaud étant liée à la tension de vapeur du liquide, la détermination de la température de caléfaction peut fournir une méthode de mesure du poids moléculaire et de la pression osmotique, au même titre que la tonométrie et la cryoscopie.

» Je ne m'occuperai ici que de la détermination de la richesse en alcool d'un mélange hydro-alcoolique.

» Pour mesurer le point de caléfaction, j'emploie un bloc parallélépipédique de cuivre rouge, venu d'une seule pièce; ce bloc a 28^{mm} d'épaisseur et 8^{cm} de côté. Dans un des angles se trouve une cavité de 15^{mm} de diamètre, et dont le fond est tout près de la base du bloc. Cette cavité sert à placer le thermomètre avec du mercure.

» A 1^{cm} du bord, la face supérieure du métal présente, dans sa partie médiane et sur une largeur de $4^{cm},5$, un plan incliné dont la pente est $\frac{5}{70}$; au bas de cette pente est un bec destiné à permettre au liquide de s'écouler dans un récipient quelconque.

» Ce bloc de cuivre est nickelé, pour éviter l'oxydation.

» L'écoulement des gouttes se fait au moyen d'une burette de Mohr coudée, et dont l'orifice, de 3^{mm} de diamètre extérieur, est placé exactement à 25^{mm} de la face supérieure du bloc; chaque goutte tombe sur l'arête formée par le plan incliné et le plan horizontal du métal.

» Avec ce dispositif, la température de caléfaction de l'eau distillée est de 178°; celle de l'alcool de 128°. Un mélange d'eau et d'alcool cesse de rouler à une température d'autant plus voisine de 178° qu'il est moins riche en alcool et *vice versa*. Il convient de remarquer que la différence entre ces deux points de caléfaction est de 50°, tandis que celle des points d'ébullition est de 22° seulement.

» Voici les températures trouvées pour des mélanges hydro-alcooliques.

Degré centésimal.			Température de caléfaction.
Alcool à 0 pour 100 (eau distillée)			178°
1	»	»	177°
3	»	»	175°,5
5	»	»	173°,5
9,15	»	»	169°,5
15,3	»	»	164°
19,8	»	»	161°,25
24,5	»	»	157°,2
28,6	»	»	154°,5
37,6	»	»	150°,5
48,6	»	»	144°,5
58,6	»	»	141°

Degré centésimal.			Température de caléfaction.
Alcool à 70 pour 100 (eau distillée)			137°
80	»	»	134°
90	»	»	131°,2
100 (alcool absolu)			128°

» Si l'on construit une courbe en portant en ordonnées les températures et en abscisses les degrés alcooliques, on constate que celle-ci est parfaitement régulière; grâce à cette courbe, il est facile de trouver le degré d'un mélange donné d'eau et d'alcool. La différence entre le degré trouvé et le degré alcoométrique ne dépasse pas 0,1.

» Il sera certainement possible d'établir une pareille courbe pour les vins : on aura ainsi une nouvelle méthode de détermination de la richesse alcoolique des liquides fermentés en général.

» Parmi les avantages qu'offre la mesure de la température de caléfaction, on peut mentionner le peu de temps qu'elle demande, même si l'on recommence plusieurs fois, et la très faible quantité de liquide exigé, 1^{cm^3} à 2^{cm^3}. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'action pathogène des rayons et des émanations émis par le radium sur différents tissus et différents organismes.* Note de M. **J. Danysz**, présentée par M. Roux.

« Quand on applique sur la peau un sel de radium enfermé dans un tube de verre ou de caoutchouc, il se produit au point d'application, ainsi que l'ont constaté MM. Giesel, Curie, Becquerel et autres, une plaie d'autant plus profonde que l'application a été plus longue et la substance employée plus active.

» Sur la peau, la réaction n'est jamais immédiate; au moment de l'application on ne ressent absolument rien, la congestion ne commence à apparaître que 8, 15 ou même 20 jours plus tard, et cette longue incubation est certainement un des points les plus troublants et les plus intéressants de l'action mystérieuse des rayons de Becquerel sur les tissus vivants.

» Un composé de chlorure de baryum et de radium dans lequel il y a environ 50 pour 100 de radium pur, et dont l'activité d'après les évaluations de M. Curie serait 500000 fois plus forte que celle de l'uranium métallique, produit sur la peau humaine une congestion appréciable après une apposition de quelques minutes.

» Ce même composé, maintenu sur la peau des lapins ou des cobayes pendant 24 heures, provoque une destruction complète de l'épiderme et du derme. La peau est trouée et le tissu conjonctif fait hernie au dehors.

» En maintenant le même tube sur place pendant 48 heures et même davantage, il ne se produit pas de plaies plus profondes. Les tissus conjonctif et musculaire sous-jacents sont peu atteints. Il semble donc que la peau absorbe tous les rayons pathogènes, ou que ces tissus sont moins sensibles.

» L'expérience a montré qu'il y a de l'un et de l'autre; en plaçant le tube de radium sous la peau, on n'obtient qu'une réaction relativement très faible dans l'épiderme, et pas davantage dans les tissus conjonctif et musculaire environnants.

» En opérant sur des lapins et des cobayes dans des conditions identiques, j'ai pu constater, en outre, que la peau des cobayes est beaucoup plus sensible que celle des lapins. Une intervention qui produit chez le cobaye une plaie et une alopécie assez étendue ne fait au contraire qu'exciter la croissance des poils chez le lapin. A côté de l'action pathogène, les rayons du radium peuvent donc exercer, dans certaines conditions, une action excitante.

» Les intestins et les séreuses semblent être aussi très peu sensibles. Des ampoules contenant un composé de sulfate de baryum et de radium, maintenues pendant 1 à 4 mois dans la cavité péritonéale de quelques cobayes, n'ont produit aucune lésion comparable à celles de la peau.

» Il en est tout autrement du système nerveux central, qui est infiniment plus sensible que l'épiderme.

» Ainsi, quand on glisse sous la peau d'une souris âgée de 1 mois un tube de verre (de $1^{mm},5$ de diamètre sur 3^{cm} de long), contenant à peu près 1^{cg} du sel de radium très actif décrit plus haut, de façon à le placer exactement au-dessus de la colonne vertébrale et d'une partie du crâne, on provoque déjà au bout de 3 heures des phénomènes de parésie et d'ataxie. Au bout de 7 à 8 heures, la petite souris est prise d'attaques, de convulsions tétaniformes qui, si on laisse le tube en place, deviennent de plus en plus fréquentes et la tuent en 12 à 18 heures (1).

» Des souris de 3 à 4 mois, traitées de la même façon, meurent avec les mêmes symptômes en 3 ou 4 jours. Les souris âgées de 1 an ne meurent qu'après 6 à 10 jours.

» Trois cobayes de 8 à 12 jours, qui ont porté pendant 24 à 48 heures le même tube de radium sous la peau, au-dessus de la portion lombaire de la colonne vertébrale, ont eu, au bout de 1 à 3 jours, le train de derrière complètement paralysé,

(1) Des souris de même âge ont supporté pendant plus longtemps des tubes de verre vides de dimensions un peu plus fortes sans en être incommodées.

avec raideur des pattes comme dans l'empoisonnement tétanique, et ont succombé 6 à 8 jours plus tard dans des convulsions analogues à celles des petites souris.

» Des cobayes et des lapins adultes, traités de la même façon, ne présentaient pas de troubles nerveux immédiats; ils succombaient toujours quelques semaines ou quelques mois plus tard, mais, comme la congestion et la destruction de la peau facilitaient toujours des infections microbiennes, il n'est guère possible de se prononcer sur les causes réelles de la mort de ces animaux.

» Un gros lapin adulte a subi, sur la dure-mère (après trépanation), une application de 8 heures du même tube de radium. Pendant les deux jours qui ont suivi l'opération, il n'a présenté rien d'anormal; le troisième jour, il s'est déclaré une hémiplégie gauche.

» Les centres nerveux, extrêmement sensibles à l'action des rayons du radium, sont donc très efficacement protégés par le tissu osseux des sujets adultes, tandis que le tissu cartilagineux des jeunes sujets ne s'oppose pas au passage de ces rayons.

» Les larves d'insectes et notamment les chenilles d'un papillon des farines (*Ephertia Kuehniella*) enfermées, dans un tube de verre, avec le même tube de radium qui nous a servi dans les expériences précédentes, sont paralysées dans leurs mouvements après un séjour de 24 heures et meurent 2 ou 3 jours plus tard. Dans ce cas, c'est donc aussi le système nerveux qui semble le plus atteint.

» L'action des rayons de Becquerel sur les microbes, déjà étudiée par MM. Aschkinass et Caspari ([1]) n'est pas moins intéressante à examiner en détail. La sensibilité des différentes espèces est très différente. Toutes sont empêchées dans leur développement, mais quelques-unes seulement et notamment celles qui produisent des diastases protéolytiques autodigestives comme le charbon peuvent être tuées dans certaines conditions.

» En dehors des rayons que nous venons d'étudier, les sels solubles de radium émettent une sorte d'émanations quand ils sont dissous dans l'eau distillée. M. Curie, qui a eu l'obligeance de me confier tous les spécimens de radium dont je me suis servi dans cette étude, a voulu aussi connaître l'action de ces émanations sur certains organismes. Nous avons donc fait ensemble quelques expériences sur les chenilles d'*Ephertia* et sur les microbes du charbon.

» Les chenilles sont paralysées par les émanations, à peu près de la même façon que par les rayons; de plus, la couche superficielle de la cuticule prend une teinte brun foncé, mais seulement sur la face dorsale.

([1]) *Arch. für die ges. Physiol.*, Bd. 86, 1901.

» Les microbes du charbon ne se développent pas du tout quand on les laisse pendant 24 heures dans une atmosphère chargée d'émanations. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Mécanisme de l'action de la secrétine sur la sécrétion pancréatique*. Note de M. C. Fleig.

« Le mécanisme d'action de la sécrétine sur le pancréas, invoqué par Baylin et Starling, et d'après lequel ce corps est « transporté au pancréas où il agit comme un » excitant spécifique de la cellule pancréatique », a été réfuté par Popielski ([1]). Mais le fait que d'autres substances irritantes que l'acide jouissent de la même propriété d'exciter le pancréas ne prouve rien contre la nature spécifique de la sécrétine, car ces substances peuvent agir par formation de sécrétine; de fait, Wertheimer a montré la présence de ce corps dans le sang veineux d'un segment de jejunum dans lequel il injectait de l'essence de moutarde ou du chloral. Quant à l'argument tiré de l'action de la sécrétine sur les glandes autres que le pancréas, Henri et Portier l'avaient bien déjà signalé pour la sécrétion biliaire; Baylin et Starling, tout en n'accordant que peu de valeur aux résultats de ces auteurs qui avaient opéré sur de la sécrétine contenant des sels biliaires, constatèrent cependant le même fait en se servant de sécrétine débarrassée de ses impuretés. Mais, selon la remarque des auteurs, peut-on assurer que l'effet sur le foie soit dû à la sécrétine elle-même, plutôt qu'aux autres substances qui l'accompagnent? La même objection est applicable aux expériences récentes de Henriquez et Hallion sur le même sujet, ainsi qu'à celles de Lambert et Meyer sur l'action stimulante de la sécrétine sur les glandes salivaires. Quant à l'action sur la sécrétion stomacale, nulle d'après Baylin et Starling, énergique d'après Popielski, elle doit être simplement inconstante; en admettant d'ailleurs qu'elle fût très marquée, il ne serait pas illogique de dire que l'action de la sécrétine est spécifique au pancréas en ce sens que : 1° c'est sur le pancréas qu'elle est de beaucoup la plus efficace; 2° la production simultanée de sécrétion acide stomacale n'est qu'une condition destinée à renforcer et à prolonger la sécrétion amorcée. Il n'est donc pas démontré que l'action de la sécrétine ne soit pas spécifique au pancréas; même si l'on était sûr de l'absence de spécificité de la sécrétine, ce ne serait pas une preuve pour conclure, comme le fait Popielski, à l'action de la sécrétine par l'intermédiaire du système nerveux; on pourrait tout aussi logiquement expliquer l'action commune de la sécrétine sur les glandes, par une propriété stimulante générale de ce corps sur le tissu glandulaire.

» Pas plus qu'elles n'établissent une action nerveuse de la sécrétine, les expériences de Popielski n'excluent pas le mécanisme chimique invoqué par Baylin et Starling. Si Popielski n'obtient pas de sécrétion par injection d'acide dans un segment de jejunum isolé et énervé après ligature du pylore, c'est que le fait même de l'énervation de l'anse empêche le passage de la sécrétine dans le sang. Si je recueille, en effet, le

([1]) *Centralblatt für Physiologie*, 26 avril et 20 décembre 1902.

sang venant d'une anse de jejunum à connexions nerveuses intactes, dans la cavité de laquelle on injecte de l'acide, et si je l'introduis immédiatement dans la circulation d'un autre animal (soit par injection intra-veineuse, soit par abouchement de veine à veine), le pancréas de ce dernier sécrète, ce qui prouve la présence de sécrétine dans le sang venant de l'anse. Si alors j'énerve la même anse et refais les mêmes opérations, je n'obtiens plus de sécrétion; la sécrétine, qui cependant se forme toujours dans l'anse, ne passe plus dans le sang. L'énervation de l'intestin met donc obstacle à la diffusion de la sécrétine dans le sang, et conséquemment les expériences de Popielski deviennent incapables de rien prouver contre la théorie des auteurs anglais.

» Mais cette théorie est elle-même loin d'être démontrée : rien ne prouve, comme elle le prétend, que la sécrétine excite directement la cellule pancréatique, sans l'intermédiaire d'aucune voie nerveuse. Où s'exerce donc l'action de cette substance? Est-ce sur les terminaisons nerveuses de la muqueuse intestinale? Une solution de sécrétine neutre, introduite dans l'intestin, ne produisant aucun effet sur le pancréas, il faut, pour être sûr que la sécrétine vienne en contact avec les terminaisons intestinales, employer une autre méthode que celle de l'introduction de sécrétine dans la cavité intestinale.

» J'ai alors injecté la sécrétine neutre directement dans une artère d'une anse de jejunum isolée, afin de réaliser ainsi artificiellement son absorption; pour qu'il n'en passât point trace dans la circulation générale, le sang de retour était complètement détourné, les chylifères ([1]) de l'anse et le canal thoracique liés. Dans ces conditions, la sécrétine ne provoque pas de sécrétion pancréatique; son action n'est donc pas dans une excitation des terminaisons nerveuses de la muqueuse intestinale.

» Elle n'agit pas non plus en excitant le système nerveux central, car, dans des expériences où je faisais sur le même animal l'extirpation de la moelle, la section des cordons thoraciques du sympathique et des pneumogastriques, je provoquais encore la sécrétion pancréatique, par injection de sécrétine.

» Mais, dans ce genre d'expériences, le pancréas restait encore en relation avec certains ganglions abdominaux extra-pancréatiques, sur lesquels la sécrétine aurait pu porter son excitation.

» Étant donnée l'innervation très complexe du pancréas, et pour être absolument sûr de le priver de toutes connexions nerveuses avec le reste du corps, j'ai pratiqué son énervation totale en détruisant *tous* les rapports plus ou moins intimes qu'il présente avec les organes voisins, en conservant seulement ses vaisseaux, et en sectionnant tous les filets nerveux qui les accompagnent. Afin de supprimer ceux de ces filets qui, en

---

([1]) Pour rendre les chylifères visibles et permettre de les lier, je faisais ingérer à l'animal une certaine quantité de graisse quelques heures avant l'expérience.

raison de leur finesse extrême, auraient pu échapper à la section, je passais sur les pédicules vasculaires un pinceau imbibé d'ammoniaque caustique, qui, selon l'indication de Schiff, détruit immédiatement les nerfs sans léser les vaisseaux. De cette façon, le pancréas n'a d'autres connexions avec le reste du corps que ses relations vasculaires. Or l'injection de sécrétine dans la circulation le fait alors sécréter.

» Ces expériences établissent donc bien que l'action de la sécrétine porte sur le pancréas lui-même; mais est-ce sur les ganglions intra-pancréatique, fréno ou excito-sécrétoires, ou sur la cellule glandulaire?

» Les expériences de Pawlow, Mett, Kudrewezki, Popielski ont fait connaître l'action inhibitrice de certaines fibres du vague sur la sécrétion pancraétique. J'ai donc excité, dans la cavité thoracique, certaines branches fréno-sécrétoires du vague, pendant la sécrétion provoquée par injection de sécrétine, pour voir si l'injection de celle-ci ne serait pas une suppression de l'action des fibres inhibitrices (fibres excitatrices des ganglions inhibiteurs intra-pancréatiques) : l'action inhibitrice s'est alors manifestée comme d'habitude.

» La sécrétine ne paralyse donc pas les ganglions fréno-sécrétoires intra-pancréatiques, mais elle agit en excitant, ou bien directement la cellule pancréatique, ou bien les éléments excito-sécrétoires; en faveur de cette dernière conclusion, on peut peut-être citer ce fait qu'un certain degré d'antagonisme entre la sécrétine et l'atropine a été constaté par Camus et Gley, du moins pour des doses faibles de sécrétine.

» La sécrétine, contrairement à l'opinion de Popielski, nous offre un bel exemple de substances chimiques spéciales qui, par leur diffusion dans le courant sanguin, établissent des rapports infaillibles entre certains organes déterminés. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Action sur l'oreille, à l'état pathologique, des vibrations fondamentales des voyelles.* Note de M. **Marage**, présentée par M. Yves Delage.

« Après avoir étudié la physiologie de l'oreille normale, il est intéressant d'examiner comment l'oreille fonctionne à l'état pathologique, lorsque le tympan modifie les vibrations qu'il a reçues et ne transmet plus à l'étrier que des mouvements dont l'amplitude diminue de plus en plus : c'est ce qui se présente dans les otites scléreuses et catarrhales.

» J'ai déjà indiqué le moyen de mesurer l'acuité auditive [1]; je vais

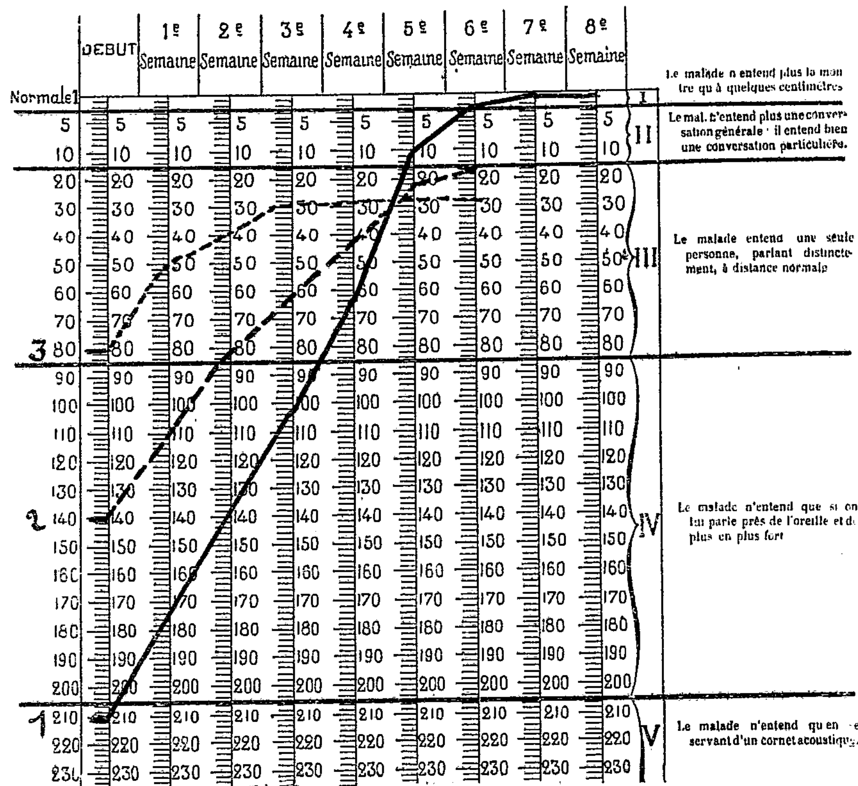
---

[1] Note à l'Académie des Sciences et à l'Académie de Médecine, novembre 1901.

examiner aujourd'hui comment cette acuité se modifie sous l'influence des vibrations de la sirène à voyelles.

» J'ai fait depuis cinq ans un grand nombre d'expériences; je réunis aujourd'hui soixante-quinze cas d'otites scléreuses et vingt-cinq cas d'otites catarrhales ou d'otorrhées, *déjà traités sans résultat par les procédés habituels, médicaux ou chirurgicaux;* j'ai choisi, de parti pris, les cas les plus défavorables, de manière qu'il ne puisse y avoir aucune erreur ni sur le diagnostic, ni sur la gravité de l'affection.

» Résultats généraux : 1° Je n'ai jamais rencontré d'audition qui n'ait pas été améliorée au point de vue de la sirène acoumètre, c'est-à-dire que si un sujet entendait,



au début, une voyelle sous une pression d'air n, après quelques jours il l'entendait sous une pression n', $n' < n$; donc, à l'acoumètre, l'acuité auditive devient toujours meilleure.

» 2° Mais cela ne suffit pas, il faut que le sujet s'aperçoive de son amélioration autrement qu'à l'acoumètre; pour comprendre ce phénomène, qui peut sembler bizarre au premier abord, il suffit de considérer la figure dans laquelle les ordonnées représentent les intensités du son perçu par l'oreille, et, par suite, les degrés de surdité; ces degrés

de surdité peuvent être partagés en cinq zones, et pour que le malade se sente amélioré, il faut qu'il passe d'une zone dans une autre : c'est ainsi que le sujet 1, atteint d'une otorrhée guérie depuis 13 ans, avait, au début, une acuité auditive de $\frac{1}{240}$, et, à la fin du traitement, $\frac{1}{2}$; l'amélioration était donc très grande puisque l'audition était remontée de la cinquième zone dans la première; de même le sujet 2, atteint d'otite scléreuse, a eu une amélioration très nette (de $\frac{1}{140}$ à $\frac{1}{20}$).

» Le sujet 3, au contraire, est un insuccès au point de vue pratique, car il est toujours resté dans la même zone; il ne sent pas son amélioration parce que les interlocuteurs parlent moins fort.

» 3° Ceci permet d'indiquer d'avance les résultats : si, au début, le malade se trouve dans la partie supérieure d'une zone de surdité (observation 1), il est évident qu'il percevra rapidement l'amélioration observée puisqu'il lui sera facile de passer d'une zone dans une autre; au contraire, *a priori*, le sujet 3 était un cas défavorable puisque, pour s'apercevoir lui-même de son amélioration, il lui fallait remonter de $\frac{1}{80}$ à $\frac{1}{15}$.

» 4° Si l'on prend comme abscisses les époques des mesures, on peut, par la forme du tracé, prévoir la marche du traitement. L'observation 3 nous montre que, dès la troisième semaine, le sujet avait atteint son maximum d'amélioration, tandis que, pour les observations 1 et 2, les progrès ont été continus : on peut dire que, si pendant douze séances il n'y a pas eu de progrès à l'acoumètre, il est inutile de continuer le massage.

» Résultats particuliers : 1° *Otites scléreuses* (75 cas). — Il n'y a eu que 12 pour 100 des sujets qui n'aient pas pu passer d'une zone dans une autre; or, si l'on tient compte de ce fait que les procédés habituels avaient été inutiles, on peut conclure que la méthode employée peut encore agir alors que toutes les autres ont échoué.

» 2° *Otites catarrhales et otorrhées* (25 cas). — Il y a eu seulement 4 pour 100 d'insuccès; les résultats sont donc encore plus favorables que dans les otites scléreuses, ce qui n'a rien d'étonnant, puisque, presque toujours, l'oreille interne est intacte, ce qui n'est pas le cas dans beaucoup d'otites scléreuses. De plus, les améliorations sont généralement plus rapides.

» En résumé, les vibrations fondamentales des voyelles, transmises à l'oreille par une membrane vibrante, ne sont ni douloureuses, ni dangereuses; jusqu'ici on se trouvait presque désarmé dans les cas de surdité dus à l'otite scléreuse; par cette méthode on peut obtenir, je ne dirai pas une guérison, mais une amélioration très notable (88 pour 100), dans des cas ayant résisté à tous les autres procédés médicaux ou chirurgicaux.

» J'ai pu suivre certains malades soignés il y a cinq ans [1], chez lesquels l'acuité auditive est restée au point où elle se trouvait à la fin du traitement; il semble donc que l'on puisse regarder, du moins dans l'immense majorité des cas, l'amélioration obtenue comme définitive, surtout si le sujet continue à faire fonctionner lui-même son oreille, en se servant des vibrations que cet organe est destiné normalement à recevoir. »

---

[1] Société de Biologie, janvier 1897.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'implantation de l'os mort au contact de l'os vivant.* Note de MM. **V. Cornil** et **P. Coudray**, présentée par M. Lannelongue.

« Dans un travail antérieur, présenté en juillet 1902 à l'Académie par M. Roux, nous avons analysé les phénomènes qui suivent la réimplantation immédiate de la rondelle cranienne vivante, détachée par le trépan. Nous avons vu que des néoformations osseuses, venues surtout de la dure-mère et de l'os récepteur, prenaient peu à peu la place de la rondelle qui était résorbée. Au bout de trois mois, ce processus de remplacement était à peu près terminé (1).

» Les expériences que nous rapportons aujourd'hui, et dans lesquelles nous avons placé une rondelle d'os mort dans le crâne trépané, nous ont donné des résultats très différents.

» Billroth et Kölliker, en insérant dans un os vivant une cheville d'ivoire, en ont constaté la résorption partielle. MM. Lannelongue et Vignal (2), implantant des clous d'ivoire et d'os mort dans le tibia de lapins jusque dans le canal médullaire, ont noté, au bout de 63 jours, une néoformation osseuse tendant à se substituer à eux, et une désagrégation de l'os mort au niveau du canal médullaire; l'ivoire restait presque intact.

» Les expériences d'Ochotin (3) ont donné des résultats à peu près semblables. A. Barth, *après la trépanation du crâne chez le chien et le lapin,* a remplacé la rondelle enlevée par une rondelle d'os mort. Les résultats obtenus par lui ont varié, mais de ses dernières expériences il conclut à la résorption de l'os mort et à son remplacement par un os nouveau, suivant un processus identique à ce qui se passe dans la réimplantation de la rondelle vivante (4).

» Nos expériences sont en contradiction avec les derniers résultats de Barth. Elles ont porté sur six chiens qui ont été sacrifiés après 8, 18, 26, 35 jours, 4 mois et 6 mois.

» Au bout de 8 *jours*, la rondelle d'os mort est entourée partout de tissu fibreux formant capsule. Autour d'elle, l'os récepteur donne naissance, au-dessous du péricrâne, à un tissu ossiforme qui, par places, l'enchâsse comme la sertissure d'un verre de montre.

(1) Cette Communication a été complétée dans les *Archives de Médecine expérimentale* (sept. 1902).

(2) *Bulletin de la Société de Chirurgie,* 1882, p. 375.

(3) *Archiv für path. Anatomie und Physiologie,* 1882, p. 375.

(4) *Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie,* 1893, p. 234, et *Beitrage zur path. Anat. und zur allgm. Pathologie,* t. XVII, 1895.

» Au-dessous du bord de l'os récepteur, la dure-mère présente aussi du tissu ossiforme nouveau. 18 *jours* après l'opération, la capsule fibreuse qui entoure et isole la rondelle est plus épaisse. Au pourtour de la rondelle, on note, entre l'os récepteur et la dure-mère, une néoformation osseuse très marquée. A ce niveau, la surface de l'os est irrégulière, et cet os est pénétré par du tissu inflammatoire péricranien.

» Après 35 *jours*, les néoformations ossiformes du bord de l'os récepteur et de la dure-mère sont assez abondantes, mais elles ne touchent ni ne pénètrent la rondelle, qui en reste isolée par du tissu conjonctif. La rondelle est à peine modifiée sur ses bords.

» 4 *mois* et 6 mois après l'opération, la rondelle conserve ses bords déchiquetés et irréguliers, sur lesquels s'insère le tissu conjonctif fibrillaire pourvu de petites cellules conjonctives, qui l'entoure; nous n'avons vu de cellules géantes à aucune époque du processus.

» Les néoformations ossiformes, notées du 8e au 35e jour, ont presque complètement disparu, remplacées par des travées fibreuses. Dans ces dernières on voit les cellules osseuses contenues dans les ostéoplastes se transformer directement en cellules étoilées du tissu conjonctif.

» En résumé, l'os mort reste à peu près tel qu'il a été implanté, entouré d'une capsule fibreuse. Il est possible qu'il se fragmente à la longue; mais sa résorption, même au bout de 6 mois, est insignifiante. Il se comporte presque comme un corps étranger. Ces conclusions ne sont valables que pour le crâne, la question des implantations dans la diaphyse et dans le canal médullaire des os longs étant réservée. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la maladie du Châtaignier causée par le* Mycelophagus Castaneæ. Note de M. L. MANGIN, présentée par M. L. Guignard.

« La maladie du Châtaignier, désignée encore sous le nom de *maladie de l'encre, pied noir, phylloxera*, exerce ses ravages en France et à l'étranger depuis une trentaine d'années.

» Les observations que j'ai renouvelées à plusieurs reprises, depuis 1898, complétées par les données de l'enquête faite en 1902, sur l'initiative de M. le Directeur des Eaux et Forêts, permettent de préciser, en France, l'étendue et l'importance du mal.

» Sur 64 départements soumis à l'enquête, la maladie du Châtaignier est inconnue dans la plus grande moitié (37); parmi les départements où elle sévit, 10 présentent des dégâts insignifiants; dans 8 autres, la région dévastée ne dépasse pas 50^{ha}. La maladie a un caractère plus grave dans 9 départements : la Dordogne, le Gard, l'Ille-et-

Vilaine, le Morbihan, le Lot, où les étendues détruites oscillent entre 200^{ha} et 500^{ha}; les Hautes-Pyrénées, où la destruction n'atteint pas 1000^{ha}, et enfin les Basses-Pyrénées, la Corrèze et la Haute-Vienne, où les châtaigneraies détruites comprennent plus de 1000^{ha}.

» Deux types de maladies confondues sous le même nom ont contribué à rendre contradictoires les résultats des observations publiées depuis l'origine de la maladie. Le premier type, que je nommerai *maladie d'épuisement* ou de *décrépitude*, est la conséquence du traitement barbare des Châtaigniers, affamés par l'enlèvement de la couverture, mutilés par des élagages très mal faits. Cette forme sévit isolément sur les arbres les plus âgés et ne se transmet pas d'un arbre à un autre. Quelques soins de culture et le maintien de la couverture ont suffi pour l'enrayer (Corrèze, Morbihan).

» Le second type, le seul dont il est question dans cette Note, est la vraie maladie du Châtaignier. Elle sévit dans tous les sols, cultivés ou non, épuisés par le ramassage des feuilles ou nourris par la couverture; dans les pentes rocheuses peu fertiles aussi bien que dans les plaines à sol riche et profond. Frappant sans distinction tous les arbres, vieux et décrépits, jeunes et vigoureux, cette maladie forme des taches parfois étendues qui s'irradient plus ou moins rapidement du point d'attaque; ces taches sont si semblables aux taches phylloxériques que les cultivateurs de certains cantons de l'Ardèche ont désigné la maladie sous le nom de *phylloxéra*.

» Les analyses comparatives de différents sols montrent que leur composition n'a aucune influence sur la maladie : les sols très riches se rencontrent parfois dans les régions dévastées (Saint-Pierreville), tandis que de beaux massifs de Châtaigniers croissent sur un sol pauvre (Vesseaux, Ardèche).

» Les organes aériens des arbres malades n'offrent pas d'altérations spéciales; seul le système radical est le siège des végétations fongiques nombreuses, dont les diverses espèces ont été successivement incriminées.

» Les observations que j'ai poursuivies pendant plusieurs années établissent que la maladie a son siège dans les mycorhizes qui sont détruites au fur et à mesure de leur apparition; cette destruction provoque une nécrose qui gagne peu à peu les racines les plus grosses jusqu'à la base du tronc.

» Le parasite, cause de cette destruction, est un champignon à mycélium délicat dont l'observation a été rendue possible malgré son extrême ténuité, à cause de la présence de la cellulose dans sa membrane, fait assez rare parmi les nombreuses espèces

qui pullulent dans le sol. Son mycélium est constitué par de très fins filaments ayant 1^{μ} à 2^{μ} de diamètre, parfois renflés en certains points et atteignant alors 3^{μ} à 4^{μ}; il est très irrégulièrement cloisonné.

» Ce parasite est le plus souvent entièrement immergé dans les mycorhizes, dispersant ses filaments très finement contournés dans le revêtement mycélien de celles-ci ou dans le tissu plus ou moins décomposé de la radicelle; il végète rarement à l'état de liberté dans le sol, ses filaments passant d'une mycorhize à la suivante au moyen de rameaux divariqués de faible longueur. Toutefois, il peut s'étendre à une grande distance d'un massif de mycorhizes à un autre, mais il emprunte alors pour cheminer un support ou un canal, constitué par les rhizomorphes d'autres espèces. Là, il s'anastomose avec le mycélium des rhizomorphes ou se loge dans l'espace tubulaire qu'ils déterminent, parfois même il pénètre dans les filaments mycéliens à l'intérieur desquels il s'allonge.

» C'est seulement dans ces rhizomorphes qu'il fructifie, assez rarement à la vérité, puisque j'ai vu les fructifications trois fois en quatre ans : Aulas (Gard), Saint-Pierreville (Ardèche).

» Les fructifications se présentent sous l'aspect de masses renflées plus au moins régulièrement, à l'extrémité de rameaux latéraux et ayant 6 μ à 8 μ de large ; ce sont là des formes jeunes. Dans d'autres rhizomorphes, les fructifications ont l'aspect de vésicules à parois minces, terminant toujours des rameaux, et ayant 20^{μ} de diamètre et renfermant une spore sphérique à membrane tantôt mince, tantôt très épaisse, ayant toutes les réactions de la callose. Sous cette forme, les fructifications sont identiques aux oospores des Péronosporées.

» Ainsi défini par son mycélium cellulosique très délicat, qui rappelle celui des Mucorinées, par ses fructifications semblables à celles des Péronosporées, le parasite qui détruit les mycorhizes des Châtaigniers me paraît constituer un genre nouveau dans le groupe des Oomycètes; je le désignerai sous le nom de *Mycelophagus Castaneæ* (Mangin).

» Je l'ai rencontré dans les régions les plus variées où la maladie du Châtaignier exerce ses ravages : Plos, Aubenas (Ardèche), Aulas (Gard), Lannemezan (Hautes-Pyrénées), vallée de la Nive (Basses-Pyrénées), dans le Morbihan, etc. Dans les racines d'arbres sains des mêmes régions et dans celles des Châtaigniers aux environs de Paris (Marly, Compiègne) il fait toujours défaut, au moins dans tous les échantillons que j'ai observés.

» L'étendue dévastée par la maladie du Châtaignier s'élève à environ $10\,000^{ha}$. Bien qu'elle représente à peine le quart de la destruction opérée par des propriétaires imprudents par la vente des bois aux usines à extraits tanniques, il y a lieu de rechercher les moyens de l'enrayer.

» On ne peut guère songer à détruire le parasite qu'au moyen de substances gazeuses, et le sulfure de carbone, dont j'ai recommandé l'emploi,

paraît tout indiqué. Mais ce procédé ne peut être tenté que dans les sols meubles produisant les meilleures variétés de Châtaignes. Dans la plupart des châtaigneraies, l'impossibilité pratique de réaliser la sulfuration à cause de la nature rocheuse du sol, la dépense occasionnée pour protéger une culture déjà peu rémunératrice ne laissent d'autre ressource, pour protéger les parties saines, que la destruction des arbres malades.

» Dans une Communication plus étendue, j'indiquerai les procédés destinés à reconstituer les châtaigneraies dévastées. »

BOTANIQUE. — *Un nouveau genre de Chytridiacées:* le Rhabdium acutum. Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Guignard.

« Nous avons rencontré au mois de septembre dernier, dans une source d'eau ferrugineuse, des filaments de *Spirogyra* et d'*OEdogonium* dont la surface était recouverte par une quantité de petits tubes incolores de nature inconnue; on aurait pu facilement les confondre avec une Bactériacée filamenteuse quelconque en voie de développement.

» L'étude histologique de ces singulières productions et de cultures nombreuses nous a montré qu'il s'agit d'une Chytridiacée nouvelle d'organisation très simple : nous lui avons donné le nom de *Rhabdium acutum* à cause de sa forme en baguette très caractéristique.

» Le thalle du parasite consiste en un filament qui est fixé sur la paroi de l'algue par sa base; celle-ci perfore la membrane et se met en contact avec le protoplasma par une sorte de disque qui remplit l'office de suçoir; dans son passage à travers la membrane, le tube diminue de diamètre, comme il arrive fréquemment pour beaucoup d'autres champignons parasites; d'ordinaire, le disque suçoir prolonge directement le thalle; parfois, cependant, il est placé latéralement à une petite distance de la base. Le diamètre du tube oscille entre 2^{μ} et 4^{μ}; sa longueur atteint de 20^{μ} à 50^{μ} environ.

» Le thalle tout entier se transforme en un sporange, le nombre des zoospores est en général de seize: elles sortent lentement à l'extrémité antérieure du tube, l'une entraînant l'autre; le corps de la zoospore remplit complètement le diamètre du sporange. Devenue libre, la zoospore est réniforme, elle possède un flagellum qui est traîné à l'arrière pendant le mouvement. Au bout d'un certain temps d'activité, la zoospore se fixe sur la paroi de l'algue et presque aussitôt un prolongement perfore la membrane; la partie restée à l'extérieur s'allonge en un tube qui deviendra le sporange, celle qui a pénétré dans la cellule constitue le suçoir.

» L'étude histologique du parasite nous a fourni les résultats suivants : le thalle jeune ne renferme qu'un noyau très petit placé près de la base; un peu plus tard, ce noyau se porte dans la partie moyenne du tube, et son diamètre augmente : on peut

alors reconnaître facilement une membrane nucléaire, un nucléoplasme granuleux et un nucléole. Lors de la sporulation, le noyau se divise; on rencontre des sporanges renfermant 2, 4, 8 ou 16 noyaux; leur diamètre est égal à celui du filament; à chaque division, ils repassent à l'état de repos.

» On observe, au moment de la formation des zoospores, un cloisonnement qui débute dans la partie centrale et s'étend ensuite vers le sommet et vers la base; le nombre des compartiments ainsi délimités est de 16; il correspond par conséquent à la quantité des noyaux renfermés dans le sporange; un peu plus tard, ces cloisons s'effacent; le cytoplasme qui était homogène montre des granulations brillantes et de petites vacuoles, puis il se fragmente en zoospores.

» Tel est le développement de ce parasite : dans nos cultures, qui ont duré environ deux mois, il ne s'est rien produit qui puisse faire soupçonner l'existence d'organes sexuels.

» Le *Rhabdium acutum* possède des affinités multiples; sa place est à la base de la famille des Chytridiacées avec les genres *Sphaerita, Olpidium,* dont il possède la simplicité d'organisation; mais l'étude de son développement suggère la possibilité d'autres relations de parenté.

» En effet, nous venons de voir que la formation des zoospores est précédée d'une sorte de cloisonnement qui disparaît ensuite; ces phénomènes rappellent ceux qui se produisent dans le sporange des *Saprolegnia*. De plus, la succession des sporanges dans un même thalle paraît très rare chez les Chytridiacées; or elle a lieu normalement dans notre champignon; les sporanges successifs s'y emboîtent les uns dans les autres comme chez les *Saprolegnia*.

» Il semble, d'après cela, que l'on puisse considérer le genre *Rhabdium* comme effectuant la transition entre les Saprolégniacées et les Chytridiacées; en fait, s'il existait chez ce parasite un appareil végétatif distinct de l'appareil de végétation, nous n'hésiterions pas à le placer tout près des *Aphanomyces*, des *Pythium*, des *Saprolegnia*, dont il possède la forme filamenteuse. »

GÉOLOGIE. — *Phénomènes de charriage dans la Méditerranée orientale.* Note de M. L. **Cayeux**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« J'ai fait connaître dans une Note précédente l'existence et l'importance du Jurassique supérieur et de l'Infracrétacé dans l'île de Crète ([1]). Je me

([1]) L. Cayeux, *Existence du Jurassique supérieur et de l'Infracrétacé dans l'île de Crète* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 330-332).

propose d'étudier aujourd'hui : 1° les rapports stratigraphiques de ces terrains, que je représenterai par le symbole C-J (Crétacé-Jurassique), avec des calcaires d'âge plus récent à Rudistes et à Nummulites, que je désignerai pour la commodité de l'exposition sous le nom de calcaires E-C (Eocène-Crétacé); 2° certains dépôts du Péloponèse, attribués au tertiaire et que je crois secondaires.

» ILE DE CRÈTE. — 1° J'ai observé au sud-ouest de l'île le système inférieur C-J surmonté par les calcaires E-C. Les exemples de superposition normale des calcaires E-C au système inférieur C-J sont tout à fait exceptionnels et localisés au voisinage immédiat de la côte sud.

» 2° Partout ailleurs la masse C-J repose, soit sur les calcaires à Rudistes et à Nummulites, soit sur des terrains plus anciens. La surface de contact est un plan de glissement très net, visible en une foule de points. Le système C-J s'étend sur de vastes surfaces, et j'ai acquis la preuve qu'il couvrait primitivement l'île entière. Il n'en reste plus que les lambeaux épargnés par la dénudation générale.

» La conclusion qui s'impose, sans quitter le moins du monde le domaine des faits observés et indiscutables, c'est qu'une nappe très puissante de terrains jurassiques et infracrétacés a été déplacée en bloc, et chevauche tantôt sur des terrains plus récents, tantôt sur des terrains plus anciens, sur une longueur d'environ 250^{km}.

» PÉLOPONÈSE. — Je crois pouvoir démontrer que ce phénomène de chevauchement existe également dans le Péloponèse avec une extension beaucoup plus grande.

» La série crétacée et tertiaire du Péloponèse — l'Argolide exceptée — comprend suivant M. Philippson (1):

» Les *calcaires de Tripolitza* qui correspondent rigoureusement aux calcaires E-C de l'île de Crète, c'est-à-dire au Crétacé supérieur et au Nummulitique;

» Le *Flysch,* surmonté par les *couches d'Olonos*, considérées comme éocènes ou partiellement oligocènes. Au dire de M. Philippson, le Flysch et le système d'Olonos peuvent alterner et passer progressivement de l'un à l'autre; ils forment en réalité une unité indivisible au point de vue stratigraphique et tectonique.

» Je reconnais dans cette unité le système C-J de l'île de Crète. En conséquence, je range le Flysch et les couches d'Olonos dans les terrains secondaires. J'ai vu le système d'Olonos en quelques points du Péloponèse, et j'ai pu étudier à loisir leur prolongement dans la Crète occidentale; il fait évidemment partie du système C-J de l'île de Crète. Les seuls organismes connus dans ce terrain sont des Foraminifères et des Radiolaires. M. Steinmann (2) y a signalé des calcaires riches en Globigérines et en Textulaires ressemblant, à ce point de vue, à certains calcaires crétacés. Le même savant a noté que la faune de Radiolaires a une physionomie qui la rapproche bien plus de celle des silex et phosphates du Jurassique et du Crétacé que des formes

(1) A. PHILIPPSON, *Der Peloponnes*, 1892.

(2) STEINMANN, *Einige Fossilreste aus Griechenland* (*Zeit. d. deut. geol. Ges.*, Bd. XLII, 1890, p. 770).

néogènes de la Sicile et des Barbades. Il n'y a donc aucune raison d'ordre paléontologique qui s'oppose à l'attribution des couches d'Olonos à la série secondaire, et ce que l'on sait de leurs microorganismes légitime cette conclusion.

» La même attribution semble interdite *a priori* pour le Flysch. M. Philippson a signalé, en effet, des intercalations de calcaires à Nummulites à la base de ce terrain. Les mêmes intercalations existent en grand nombre dans le système C-J de la Crète. Je démontrerai dans un travail détaillé qu'elles sont la conséquence du phénomène de charriage, puis de l'érosion qui, par places, fait apparaître des terrains nummulitiques, sous forme de lentilles de toutes dimensions, au milieu des couches secondaires. A la vérité, ces intercalations ne doivent pas entrer en ligne de compte pour fixer l'âge du Flysch. Ce terrain, comme les couches d'Olonos, dont il est d'ailleurs inséparable, est d'âge secondaire et il forme avec ces dernières un ensemble correspondant, comme je l'ai déjà dit, au système C-J de la Crète.

» M. Philippson a noté qu'il y a toujours *discordance* entre le Flysch et le calcaire de Tripolitza. En réalité, les rapports stratigraphiques du Flysch et des couches d'Olonos avec le calcaire de Tripolitza sont rigoureusement ceux que j'ai observés en Crète entre le système C-J et les calcaires E-C. Les coupes de M. Philippson, que l'on ne peut supposer avoir été faites pour appuyer la conclusion que je vais formuler, sont très probantes à ce sujet. Il y a donc dans le Péloponèse, comme dans l'île de Crète, une nappe de terrains secondaires sur les calcaires à Rudistes et à Nummulites. En un mot, le phénomène de chevauchement signalé en Crète se poursuit dans la Grèce continentale. La grande extension du Flysch et des couches d'Olonos, superposés au calcaire de Tripolitza, atteste l'importance de la nappe de recouvrement ainsi que l'ampleur du phénomène de charriage.

» L'exposé qui précède est forcément vague ou incomplet sur des points importants. Je ferai connaître plus tard toutes les données du problème que je viens de traiter rapidement. S'il est vrai que nos conceptions doivent se plier aux faits d'observation, en dépit des difficultés théoriques qu'elles peuvent présenter, la notion de charriage s'impose avec force dans l'espèce, car les faits invoqués pour l'île de Crète, en particulier, sont d'une netteté incomparable. Ils montrent l'existence, sur le parcours de l'arc dinaro-taurique de M. Suess, de complications tectoniques analogues à celles du système alpin; ils montrent enfin, comme le disait déjà en 1887 mon maître M. Marcel Bertrand, qu'on ne saurait se refuser à voir dans les « phénomènes grandioses de recouvrement » « une phase » normale des grands mouvements orogéniques (1). »

(1) Marcel Bertrand, *Ilot triasique du Beausset* (*Var*). *Analogies avec le bassin houiller franco-belge et avec les Alpes de Glaris* (*B. S. G. Fr.*, 3e série, t. XV, p. 667 et suiv.).

HYDROLOGIE. — *Absorption de l'ammoniaque par l'eau de mer.* Note de M. J. THOULET.

« En procédant au dosage de l'ammoniaque dissoute dans des échantillons d'eaux marines profondes, recueillis dans l'Atlantique nord et dans la Méditerranée par S. A. S. le Prince de Monaco à bord de son yacht *Princesse-Alice*, j'avais été frappé de ce fait, découvert fortuitement, qu'un échantillon s'enrichissait notablement en ammoniaque après avoir été filtré. Dans le but de m'éclairer sur les causes de cet enrichissement, j'ai procédé aux expériences suivantes :

» De l'eau distillée et de l'eau de mer, placées dans diverses conditions d'ailleurs identiques entre elles, ont été analysées au point de vue de l'ammoniaque par la méthode colorimétrique du réactif de Nessler. Les chiffres sont donnés en milligrammes d'ammoniaque par litre de liquide.

» 1. Eau distillée non filtrée et récemment bouillie; ammoniaque libre = $0^{mg},04$; ammoniaque album. = $0^{mg},04$. (Deux expériences concordantes.)

» Eau distillée filtrée une fois sur un filtre Schleicher (diam. = 12^{cm}) : ammoniaque libre = $0^{mg},08$; ammoniaque album. = $0^{mg},05$.

» Eau distillée filtrée deux fois : ammoniaque libre = $0^{mg},17$; ammoniaque album. = $0^{mg},10$.

» Eau distillée filtrée quatre fois : ammoniaque libre = $0^{mg},56$; ammoniaque album. = $0^{mg},21$.

» 2. Eau de mer (Méditerranée), non filtrée : ammoniaque libre = $0^{mg},08$; ammoniaque album. = $0^{mg},06$.

» Filtrée une fois : ammoniaque libre = $0^{mg},21$; ammoniaque album. = $0^{mg},10$.

» Filtrée deux fois : ammoniaque libre = $0^{mg},31$; ammoniaque album. = $0^{mg},14$.

» Filtrée quatre fois : ammoniaque libre = $0^{mg},81$; ammoniaque album. = $0^{mg},21$.

» Filtrée six fois : ammoniaque libre = $1^{mg},50$; ammoniaque album. = $0^{mg},25$.

» Filtrée deux fois sur filtres Schleicher et ensuite quatre fois sur du coton de verre : ammoniaque libre = $0^{mg},42$; ammoniaque album. = $0^{mg},38$.

» La faible augmentation de l'ammoniaque albuminoïde provient évidemment d'un résidu d'ammoniaque libre, échappé à la portion employée et résultant de la distillation fractionnée.

» 3. Eau de mer type, non filtrée : amm. libre = $0^{mg},04$; filtrée deux fois sur le même filtre : amm. libre = $0^{mg},33$; la même eau de mer type, filtrée sur le filtre ayant servi à l'expérience précédente : amm. libre = $0^{mg},05$.

» 4. Un filtre a passé la nuit dans une petite chambre où avaient été diffusées des vapeurs d'ammoniaque; le lendemain, on a filtré de l'eau de mer sur ce filtre. En outre, on a transvasé d'un flacon dans un autre, goutte à goutte, en se servant d'un entonnoir, mais sans aucun filtre, dans la même chambre, un échantillon d'eau distillée et d'eau de mer.

» Eau distillée type : amm. libre = $0^{mg},04$;

» Même eau versée goutte à goutte sans filtration : amm. libre = $0^{mg},69$;

» Eau de mer type : amm. libre = $0^{mg},04$;

» Même eau après double filtration dans l'atmosphère ordinaire sur du papier Joseph : amm. libre = $0^{mg},33$;

» Même eau après deux filtrations sur le filtre laissé dans une atmosphère ammoniacale : amm. libre = $1^{mg},00$;

» Même eau versée goutte à goutte dans une atmosphère ammoniacale : amm. libre = $0^{mg},56$.

» 5. Enfin 100^{cm^3} d'une eau de mer contenant $0^{mg},75$ d'ammoniaque libre par litre, ont été agités avec 30^g de quartz hyalin pulvérisé (diam. moyen des grains = $0^{mm},5$) et récemment calciné. La teneur en ammoniaque libre est restée de $0^{mg},75$.

» Il résulte de ces expériences que l'eau distillée, aussi bien que l'eau de mer, s'enrichissent en ammoniaque libre lorsqu'on les filtre; cet enrichissement, proportionnel au nombre des filtrations, ne dépend pas de la nature du filtre; il résulte d'une fixation de l'ammoniaque ambiante, par la matière de ce filtre. L'eau douce et l'eau salée absorbent directement l'ammoniaque diffusée dans l'atmosphère. L'eau de mer semble avoir pour l'ammoniaque un coefficient d'absorption plus élevé que celui de l'eau douce.

» Les premières portions d'eau passant sur un filtre dépouillent complètement ce filtre de l'ammoniaque y adhérant.

» La méthode d'analyse employée n'a pas été assez sensible pour manifester la fixation, par du quartz pulvérisé, de l'ammoniaque contenue dans l'eau de mer. »

M. T. Vuia adresse un « Projet d'aéroplane automobile ».

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. Finel adresse une Note « Sur l'utilisation, comme force motrice, des variations de température ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 janvier 1903.
(Suite.)

Libellus, post sæculum quam Joannes Bolyai de Bolya anno MDCCCII A. D. XVIII kalendas januarias Claudiopoli natus est, ad celebrandam memoriam ejus immortalem, ex consilio ordinis mathematicorum et naturæ scrutatorum regiæ litteratum universitatis Hungaricæ Francisco Josephinæ Claudiopolitanæ editus. Claudiopoli, MCMII; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'Université hongroise.)

Scientific papers, by John-William Strutt, Baron Rayleigh; vol. IV, 1892-1901. Cambridge, 1902; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

La lege del sistema planetario, l'armonia del moto dei suoi corpi, Giuseppe Borredon. Naples, 1902; 1 fasc. in-8°.

La Luna e la sorgente fisica del freddo, Giuseppe Borredon. Naples, 1902; 1 fasc. in-8°.

Das Epidiascop, grosser Apparat zur Projektion mit auffallenden und durchfallenden Licht und zur Mikroprojection, von Max Kohl. Chemniz-s.-S.; 1 fasc. in-4°.

Demonstrationsapparate für Telegraphie ohne Draht, von Max Kohl. Chemniz-s.-S.; 1 fasc. in-4°.

Annual report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures and condition of the Institution for the year ending june 30, 1901. Washington, 1902; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the United States Fish Commission; vol. XX, for 1900, parts 1 and 2. Washington, 1902; 2 vol. in-4°.

Journal of the Academy of natural Sciences of Philadelphia; second series, vol. XII, parts 1, 2. Philadelphie, 1902; 2 fasc. in-f°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 février 1903.

Sur les Ochnacées, par Ph. Van Tieghem. (Extr. des *Annales des Sciences naturelles,* 8e série, Botanique, t. XVI, 1902.) Paris, Masson et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Leçons de Clinique médicale faites à l'hôpital Saint-Éloi de Montpellier, avril 1898 *à décembre* 1902, 4e série, par le Dr J. Grasset. Montpellier, Coulet et fils; Paris, Masson et Cie, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard. Hommage des éditeurs.)

Œuvres complètes de J.-C. Galissard de Marignac; hors série des *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève;* t. II, 1860-1887. Paris, Masson et Cie; Genève, Berlin, s. d.; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Ditte. Hommage de la famille de Marignac.)

Annales de l'Institut agronomique; 2e série, t. I : *L'Institut agronomique et son enseignement pendant les vingt-cinq premières années de son existence,* 1876-1901. Paris, 1903; 1 vol. in-8°.

La perfidie des homonymes, aloès purgatif et bois d'aloès aromatique, par le Dr SAINT-LAGER. Lyon, imp. Rey, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Être ou ne pas être. Alger, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage du Dr Gaubert.)

Annales de l'Institut Pasteur, publiées par M. E. DUCLAUX, Membre de l'Institut; 17e année, t. XVII, n° 1, 25 janvier 1903. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Revue maritime, publiée par le Ministère de la Marine; t. CLVI, 496e livraison, janvier 1903. Paris, R. Chapelot et Cie; 1 fasc. in-8°.

Annuaire de la Société météorologique de France; 5e année, janvier 1903. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens; 2e série, t. III, n° 21, janvier 1903. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

L'Électrochimie, revue mensuelle des Sciences et de l'Industrie. Directeur : ADOLPHE MINET; 9e année, n° 1, janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-4°.

International Catalogue of scientific litterature, first annual issue : vol. VII, A. *Mathematics;* vol. V, E. *Astronomy;* vol. VIII, R. *Bacteriology.* Londres, Harrison et fils, 1902; 3 vol. in-8°. (Ouvrage souscrit par l'Académie des Sciences.)

U. S. Department of Agriculture : *Field operations of the Bureau of soils,* 1901; third Report, by MILTON WHITNEY; text and maps. Washington, 1902; 1 vol., 1 fasc. et 1 étui in-8°.

(*A suivre.*)



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 FÉVRIER 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSICO-CHIMIE. — *Loi des forces électromotrices des dissolutions salines : influence de la température;* par M. **Berthelot.**

« 1. La relation entre les forces électromotrices des dissolutions salines étant établie par les expériences que j'ai présentées à l'Académie, il m'a paru utile de rechercher si cette loi dépendait de la température et de la concentration. Je vais examiner la question de la température, les expériences précédentes ayant eu lieu de 12° à 14°.

» 2. A cet effet, j'ai placé mes éléments de pile dans une étuve d'Arsonval, qui permet de les maintenir à des températures fixes, telles que celles comprises entre 50° et 60°, par exemple. J'ai dû renoncer à l'emploi des vases de gutta-percha à cette température et mettre en œuvre le système de vases poreux emboîtés (¹) que j'ai indiqué précédemment.

» Les six liquides mis en œuvre sont échauffés à l'avance, et séparément, ainsi que l'étuve qui renferme les vases poreux vides. Au moment voulu, on remplit rapidement les vases. Les fils soudés aux électrodes de zinc étant isolés, par des enveloppes de gutta ou de caoutchouc, sur une partie de leur longueur, on les ajuste dans des bouchons de liège aux trous du couvercle de l'étuve. On referme ce couvercle et l'on procède rapidement aux mesures. Dans l'intervalle de celles-ci, on introduit, par d'autres trous du couvercle, des thermomètres au sein des deux vases extrêmes, afin

---

(¹) Ces vases, au nombre de six, sont disposés concentriquement; l'intervalle entre deux vases consécutifs, bien centrés, étant de 10^{mm} à 15^{mm} au moins et la hauteur des vases à peu près identique pour tous, ainsi que le niveau initial des liquides qu'ils renferment. Le vase central renferme environ 50^{cm^3} de liquide; le vase extérieur 1 litre et demi.

de s'assurer de leurs températures, dont l'écart ne doit pas dépasser 1° à 2° : elles doivent en outre concorder, dans ces limites, avec la température même de l'étuve. Avec un peu d'exercice, ces diverses conditions sont faciles à remplir.

» On procède alors aux mesures électriques, qui peuvent être poursuivies à des intervalles de 5 à 10 minutes pendant une demi-heure, et plus; sans cependant attendre le moment où l'endosmose a changé notablement la composition des liquides contenus dans chaque vase. Pour plus de certitude on a exécuté ces mesures concurremment avec l'électromètre Lippmann et le galvanomètre d'Arsonval; les deux ordres de mesures ont été d'ailleurs concordants.

» 3. Voici le résumé des résultats observés, toujours avec des dissolutions équivalentes, c'est-à-dire renfermant un équivalent dans cinq litres.

» (I). *Acide chlorhydrique et soude :*



$$ZnCl^2(Zn) \mid NaCl \mid HCl \mid NaOH \mid NaCl \mid ZnCl(Zn).$$

» Température : 50°,5.

» Force électromotrice : $0^{volt},010$. — Inversion des pôles.

» (II). *Acide azotique et soude :*



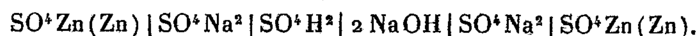
$$AzO^3Zn(Zn) \mid AzO^3Na \mid AzO^3H \mid NaOH \mid AzO^3Na \mid AzO^3Na(Zn).$$

» Température : 51°.

» Dans les premiers moments, la force électromotrice est $0^{volt},01$; mais le pôle positif demeure du côté de l'acide, c'est-à-dire normal. Cette force baisse, passe par zéro et change de signe. Au bout de quelques minutes, elle devient constante et égale à $0^{volt},015$, les pôles étant intervertis, comme avec le système (I), et elle demeure, dès lors, constante.

» Ces effets successifs sont attribuables à la lenteur de l'imbibition des vases poreux.

» (III). *Acide sulfurique et soude :*

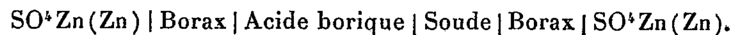


$$SO^4Zn(Zn) \mid SO^4Na^2 \mid SO^4H^2 \mid 2\,NaOH \mid SO^4Na^2 \mid SO^4Zn(Zn).$$

» Température : 51°.

» Force électromotrice : $0^{volt},005$. Inversion.

» (IV). *Acide borique et soude :*

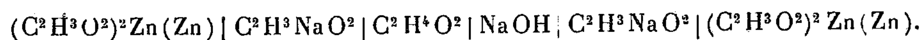


$$SO^4Zn(Zn) \mid \text{Borax} \mid \text{Acide borique} \mid \text{Soude} \mid \text{Borax} \mid SO^4Zn(Zn).$$

» Température : 50°.

» Force électromotrice : d'abord $0^{volt},01$, sans inversion; puis $0^{volt},002$, avec inversion.

» (V). *Acide acétique et soude :*

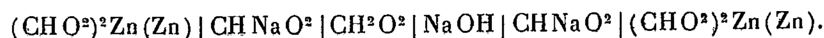


$$(C^2H^3O^2)^2Zn(Zn) \mid C^2H^3NaO^2 \mid C^2H^4O^2 \mid NaOH \mid C^2H^3NaO^2 \mid (C^2H^3O^2)^2Zn(Zn).$$

» Température : 54°.

» Force électromotrice : $0^{\text{volt}},015$. Inversion.

» (VI). *Acide formique et soude :*



$$(CHO^2)^2Zn(Zn) \mid CHNaO^2 \mid CH^2O^2 \mid NaOH \mid CHNaO^2 \mid (CHO^2)^2Zn(Zn).$$

» Température : 51°.

» Force électromotrice : $0^{\text{volt}},012$. Inversion.

» On voit que l'acide formique avec des électrodes impolarisables se comporte comme les autres acides.

» Ces résultats s'accordent parfaitement avec ceux que j'ai observés vers la température de 14°. Ils prouvent que la loi indiquée est indépendante de la température; au moins entre les limites comprises de 14° à 51°.

» On retrouve d'ailleurs à 51° une légère valeur résiduelle, avec inversion des pôles, indice de quelque action secondaire, précisément comme à 14°.

» Pour aller plus loin, il faudrait mesurer à 51°, individuellement, les trois forces électromotrices concourantes, E(acide + base), ε_1(acide + sel), ε_2(base + sel) entre lesquelles existe la relation principale

$$E = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$$

établie par les mesures faites avec électrodes impolarisables.

» La permanence de cette relation, malgré l'influence de la température pour faire varier la force électromotrice E, implique une certaine corrélation entre cette variation et celles des forces ε_1 et ε_2. Cela m'a engagé à en faire une étude plus approfondie.

» Malheureusement, l'emploi des électrodes impolarisables n'est pas applicable à ces mesures individuelles, et j'ai dû recourir aux électrodes de platine. Or, aux températures plus élevées, les phénomènes de polarisation deviennent souvent plus accusés; peut-être aussi intervient-il dans certains cas l'attaque chimique proprement dite du platine par l'oxygène électrolytique. En fait, les mesures ont offert moins de précision qu'à 14°. Les résultats en ont été d'ailleurs conformes, d'une façon générale, aux prévisions de la loi.

» Sans entrer ici dans le détail de ces essais, je me bornerai à dire : les forces E (acide + base) croissent avec la température; l'accroissement

entre 12° et 60° étant environ de 16 centièmes avec les acides chlorhydrique et sulfurique, tandis qu'il s'élève à 40 centièmes avec l'acide azotique et à 70 centièmes avec l'acide borique [1].

» Cet accroissement est corrélatif de celui des forces ε_1 (sel + acide) : tandis que les forces ε_2 (sel + base) n'ont pas varié notablement avec la température. Mais ces déductions réclament une étude plus approfondie.

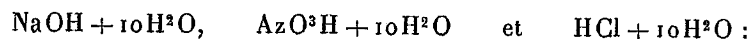
» Au contraire, la loi générale qui relie les trois forces électromotrices relatives à l'action des acides sur les bases est confirmée par l'emploi des systèmes à électrodes impolarisables et elle est prouvée indépendante de la température.

» La loi développée dans le Mémoire qui précède est établie par l'étude des liqueurs étendues, renfermant environ 280 molécules d'eau pour chaque équivalent d'acide et de base. J'ai cherché si elle était vérifiée par des dissolutions salines à peu près saturées, telles que



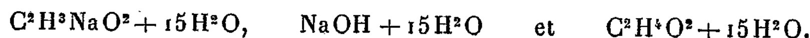
$$AzO^3Na + 10H^2O, \qquad NaCl + 10H^2O$$

et les acides et bases correspondants :



$$NaOH + 10H^2O, \qquad AzO^3H + 10H^2O \quad \text{et} \quad HCl + 10H^2O :$$

ou bien encore



$$C^2H^3NaO^2 + 15H^2O, \qquad NaOH + 15H^2O \quad \text{et} \quad C^2H^4O^2 + 15H^2O.$$

En employant le système de 6 vases concentriques à électrodes impolarisables, la vérification se fait encore exactement avec l'acide acétique, et d'une façon approximative avec les acides azotique et chlorhydrique; les écarts pouvant être attribués à ce que les hydrates salins définis, doués d'une stabilité relative, dont on admet l'existence dans les dissolutions saturées, ont une composition différente de celles des hydrates acides et alcalins qui concourent à les former, d'où résulte l'inégalité du nombre de molécules d'eau libres dans les dissolutions réagissantes; la dilution influant, comme on sait, sur les forces électromotrices. En fait,

---

(1) Avec l'acide borique :

$$E = 0^{\text{volt}},49, \qquad \varepsilon_1 = 0^{\text{volt}},38 + \varepsilon_2 = 0^{\text{volt}},14; \qquad \text{total : } 0^{\text{volt}},52, \text{ à } 54^\circ,$$

au lieu de

$$E = 0^{\text{volt}},29, \qquad \varepsilon_1 = 0^{\text{volt}},16 + \varepsilon_2 = 0^{\text{volt}},15; \qquad \text{total : } 0^{\text{volt}},31, \text{ vers } 12^\circ.$$

la vérification des résultats observés pour la détermination des forces électromotrices isolées E, ε_1 et ε_2, au moyen des électrodes de platine, n'est plus possible (¹) : à la fois, en raison des phénomènes de polarisation beaucoup plus marqués, des variations de constitution des hydrates définis, et aussi de la précipitation partielle de certains sels, tels que les chlorures notamment, lors du contact de leur solution saline (au sein de la paroi des vases poreux) avec les acides et les alcalis concentrés. Il n'est pas possible de faire une analyse exacte de phénomènes aussi compliqués. Mais les lois se simplifient, comme toujours, dans des dissolutions étendues. »

PATHOLOGIE. — *Sur la tuberculose de la diaphyse des grands os longs des membres et son traitement.* Note de M. **Lannelongue.**

« Cette affection est assez rare chez les sujets adultes, plus fréquente chez les enfants et particulièrement chez ceux qui sont âgés de 8 à 15 ou 16 ans.

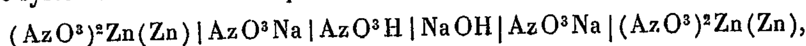
» On peut en décrire les formes *sous-périostées interstitielles* ou *intra-médullaires*. Cette dernière est de beaucoup la plus commune, et il y a un grand intérêt pratique à la connaître. Les foyers tuberculeux originels sont placés le plus souvent dans le canal médullaire, de là une ostéite interstitielle d'abord, sous-périostée ensuite, qui amène les fongosités tuberculeuses à la surface de l'os. Parvenues dans le périoste, ces fongosités forment une tumeur molle, et non pas encore une tumeur liquide. Celle-ci ne se produit que par le ramollissement et la transformation caséeuse des fongosités. Il se fait alors une liquéfaction véritable, et bientôt un abcès

---

(¹) Sauf le cas de l'azotate de soude, qui a donné :

$$E = AzO^3H + NaOH : 1^{volt},11; \quad \varepsilon_1 = AzO^3H + AzO^3Na : 0^{volt},65,$$
$$\varepsilon_2 = AzO^3Na + NaOH : 0^{volt},53. \text{ — Total : } 1^{volt},18.$$

Or le système à électrodes impolarisables :



$$(AzO^3)^2Zn(Zn) \mid AzO^3Na \mid AzO^3H \mid NaOH \mid AzO^3Na \mid (AzO^3)^2Zn(Zn),$$

à 14°, a fourni $0^{volt},05$, avec inversion des pôles; ce qui répond comme toujours à la valeur

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - E;$$

le terme résiduel étant ici plus fort.

tuberculeux, entouré par une membrane tuberculogène, reposant sur l'os, se trouve constitué. Cet abcès va subir un développement progressif, qui peut lui donner le volume d'une orange et même davantage. Il sera le plus souvent sessile; dans quelques circonstances, il revêt les caractères des *abcès migrateurs* ou *par congestion*.

» J'ai démontré, il y a 25 ans maintenant, que ces abcès ou mieux *tuberculomes*, ainsi que je les ai désignés alors, sont toujours composés d'une membrane essentiellement tuberculeuse et d'un contenu particulier, différent de celui des abcès chauds.

» Le développement du tuberculome procède de l'extension de la membrane tuberculogène, qui se comporte à cet égard comme les tumeurs malignes. L'abcès peut dès lors prendre une marche descendante ou ascendante, c'est-à-dire contraire aux lois de la pesanteur, et suivre n'importe quelle direction.

» Lorsque les abcès ont un très gros volume, on pourrait essayer de les traiter par la méthode *des injections que j'appelle successives*.

» On commence par faire un lavage très soigné de la poche, avec de l'eau stérilisée, et l'on prend soin, à l'aide de petits pétrissages, de faire sortir par le trocart, qui doit être d'un volume moyen, tous les débris gras qui peuvent l'obstruer. Cela fait, on procède à une injection iodoformée, libellée de telle sorte qu'il reste dans la poche environ 2^{g} à 3^{g} d'iodoforme. Voici la formule que je recommande : huile d'amandes douces, 90^{g}; éther, 10^{g}; iodoforme, 10^{g}; créosote, 2^{g}. En laisser 30^{g} à 40^{g} dans la poche environ.

» Une seule injection peut guérir à la fois l'abcès et le foyer osseux. Mais d'ordinaire l'abcès se reproduit et il est indispensable de recommencer une et même deux nouvelles injections semblables pour obtenir la guérison.

» Si cette méthode échoue ou si l'on ne l'adopte pas, on aura recours à l'extirpation du tuberculome avec les foyers osseux qui l'ont engendré. Lorque la tumeur ne dépasse pas le volume d'une pomme d'api, c'est à l'opération sanglante qu'il est préférable de recourir.

» On ouvrira donc l'abcès directement; on enlèvera sa paroi avec un très grand soin, à l'aide d'une curette tranchante, de manière à ne laisser persister aucun débris fongueux. On mettra à nu la surface osseuse revêtue par les fongosités venues de l'intérieur de l'os. C'est alors que la notion d'origine des foyers tuberculeux prend son importance.

» Les fongosités osseuses sont très rarement superficielles; elles s'enfoncent profondément et d'habitude jusque dans le canal médullaire.

» On ne se contentera donc pas de ruginer la surface de l'os dénudé; avec le trépan, ou mieux avec les ciseaux et le marteau, on ouvrira circulairement et largement, de manière à ne laisser aucune trace de tuberculome osseux. On atteindra ainsi le canal médullaire, qu'on détergera soigneusement.

» En opérant largement, on obtiendra d'ordinaire une guérison prompte et sans récidives, qui, au contraire, sont fréquentes si l'on ne prend pas les précautions que je conseille.

» Je considère qu'il convient, dans tous les cas, d'ouvrir l'os en pénétrant dans le canal médullaire. L'examen des parties montrera ensuite quelle est l'étendue de cet os qu'il convient d'enlever. »

PHYSIQUE. — *Action d'un faisceau polarisé de radiations très réfrangibles sur de très petites étincelles électriques,* par M. **R. Blondlot.**

« L'action exercée sur une étincelle électrique par les rayons X issus d'un tube focus m'a permis de constater l'état de polarisation de ces rayons. Il était du plus haut intérêt de rechercher si des radiations spectrales polarisées exerceraient sur une petite étincelle une action présentant le même genre de dissymétrie que celle des rayons X.

» Pour étudier cette question, je me suis servi de l'appareil avec lequel j'avais étudié la polarisation des rayons X ([1]), en substituant au tube focus une source de lumière polarisée. La source de lumière est une étincelle produite par la bobine d'induction, une grosse bouteille de Leyde étant placée en dérivation. L'étincelle éclate horizontalement entre deux pointes d'aluminium. Sa lumière est reçue sur une surface de verre parallèle à l'étincelle, et qui en est distante de 12^{mm} environ; après la réflexion, les rayons du faisceau sont polarisés plus ou moins suivant que leur angle d'incidence est plus ou moins voisin de l'angle de polarisation. En réglant l'angle de la surface réfléchissante avec le plan horizontal, on parvient à polariser ceux des rayons qui sont réfléchis horizontalement ou à peu près.

Le plan de cette polarisation (partielle) est vertical. On fait tomber ces rayons normalement sur la petite étincelle, laquelle est obtenue et disposée comme dans mes expériences sur la polarisation des rayons X. Un

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 284.

écran empêche la lumière de la source d'atteindre directement la petite étincelle, et un disque de zinc de 30^{cm} de diamètre, percé seulement d'un trou de 2^{cm} de diamètre pour laisser passer le faisceau polarisé, la protège contre toute influence électrique directe. Afin de pouvoir l'observer sans être ébloui par le faisceau polarisé, on interpose sur le trajet de ce faisceau une lame de quartz parallèle à l'axe, faiblement argentée, l'axe étant dirigé verticalement, de manière à conserver la polarisation de la lumière transmise. Comme on sait, la couche d'argent laisse passer les radiations très réfrangibles et, du reste, dans mes expériences, l'argenture, loin d'être continue, offrait par transparence l'aspect d'un crible. La petite étincelle étant d'abord disposée horizontalement, on constate qu'elle est notablement plus brillante et plus blanche lorsqu'elle reçoit le faisceau polarisé, car, si l'on intercepte celui-ci par un écran, on la voit instantanément faiblir et devenir rougeâtre; l'interposition d'une lame de verre épaisse suffit déjà pour produire cet effet, en arrêtant les radiations très réfrangibles. Si maintenant on dispose la petite étincelle verticalement, l'étincelle, devenue aussitôt plus faible et plus rouge, n'est plus modifiée d'une manière appréciable par l'interposition d'un écran ou d'une lame de verre : l'action de la lumière n'existe plus.

» Si, tandis que la petite étincelle reçoit le faisceau polarisé, on la fait tourner autour de l'axe de ce faisceau, dans un plan perpendiculaire à cet axe, on la voit passer d'un éclat maximum, quand elle est horizontale, à un éclat minimum, quand elle est verticale. Les apparences sont exactement les mêmes qu'avec les rayons X et les rayons S : ici encore l'étincelle se comporte comme un analyseur. Si l'on place devant la petite étincelle un quartz perpendiculaire à l'axe, de manière à faire tourner le plan de polarisation du faisceau lumineux, les azimuts du maximum et du minimum suivent cette rotation. Si l'on dispose le quartz argenté de façon que son axe fasse un angle de 45° avec le plan horizontal, ce qui détruit la polarisation rectiligne du faisceau, l'éclat de la petite étincelle demeure sensiblement le même dans tous les azimuts.

» Toutes ces expériences prouvent surabondamment qu'un faisceau polarisé de radiations émises par l'aluminium produit un renforcement notable de l'étincelle lorsque son plan de polarisation est normal à cette étincelle et n'agit pas sur elle lorsque son plan de polarisation lui est parallèle.

» En d'autres termes, il y a un *plan d'action* de la lumière polarisée sur la petite étincelle, et ce plan est normal au plan de polarisation.

» Rappelons que, dans le cas des rayons X, le plan d'action est celui qui passe par le rayon X et le rayon cathodique générateur.

» Si l'on rapproche ces deux faits, on peut, à ce qu'il me semble, en tirer une conséquence importante. Adoptons d'abord la théorie électromagnétique, tant pour la lumière que pour les rayons X. Dans les rayons X, la vibration électrique, qui est engendrée par les rayons cathodiques, ne peut être que dans le plan de ceux-ci, autrement dit dans le plan d'action; l'analogie indique qu'il doit en être de même dans le cas des radiations lumineuses, et, par conséquent, dans celles-ci, la vibration électrique est normale au plan de polarisation, ce qui concorde avec les vues de M. O. Wiener. Si, au lieu de cela, on adopte la théorie de l'éther élastique, la vibration éthérée, qui est produite par la matière en mouvement dans l'émission cathodique, est encore dans le plan du rayon X et du rayon cathodique générateur, autrement dit, dans le plan d'action. On en conclut par analogie que dans un rayon de lumière polarisée les vibrations sont normales au plan de polarisation : c'est l'hypothèse de Fresnel. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de M. *Virchow*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Koch	obtient.	26 suffrages
M. Agassiz	»	18 »
M. Langley	»	6 »
M. Van der Waals	»	1 »

M. **Koch**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie un Ouvrage de M. *Ph. Négris* intitulé : « Plissements et dislocations de l'écorce terrestre ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *Victor Turquan*, intitulé : « Contribution à l'étude de la population et de la dépopulation ». (Présenté par M. Bouquet de la Grye et renvoyé au concours du prix Estrade-Delcros.)

M. **René Benoit**, nommé Correspondant pour la Section de Physique générale, adresse ses remercîments à l'Académie.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe particulière de systèmes triple-orthogonaux.* Note de M. **C. Guichard**.

« Je désigne par ρ, ρ_1, ρ_2 les paramètres des trois familles de surfaces faisant partie d'un système triple orthogonal et par

$$ds^2 = H^2\,d\rho^2 + H_1^2\,d\rho_1^2 + H^2\,d\rho_2^2$$

le ds^2 correspondant de l'espace. Les systèmes qui font l'objet de cette Note possèdent la propriété suivante : il existe un second système triple-orthogonal pour lequel le ds^2 a la valeur suivante :

$$ds'^2 = H^2\alpha_0^2\,d\rho^2 + H_1^2\alpha_1^2\,d\rho_1^2 + H_2^2\alpha_2^2\,d\rho_2^2,$$

où α_0, α_1, α_2 sont des constantes.

» Introduisons les quantités β_{ik} de M. Darboux (*Leçons sur les systèmes orthogonaux*, p. 188) et désignons par β'_{ik} les quantités correspondantes du second système. On aura

$$\text{(N)} \qquad \beta_{ik} = \frac{1}{H_i}\frac{\partial H_k}{\partial \rho_i}, \qquad \beta'_{ik} = \frac{1}{H_i\alpha_i}\frac{\partial . H_k\alpha_k}{\partial \rho_i}$$

et, par conséquent,

$$\text{(1)} \qquad \beta'_{ik} = \frac{\alpha_k}{\alpha_i}\beta_{ik}.$$

» Les quantités β_{ik} et β'_{ik} doivent satisfaire aux équations (B) et (B′) de M. Darboux (*loc. cit.*, p. 189),

$$\text{(B)} \qquad \frac{\partial \beta_{ik}}{\partial \rho_l} = \beta_{il}\beta_{lk}, \qquad \frac{\partial \beta'_{ik}}{\partial \rho_l} = \beta'_{il}\beta'_{lk},$$

$$\text{(B')} \qquad \frac{\partial \beta_{ik}}{\partial \rho_i} + \frac{\partial \beta_{ki}}{\partial \rho_k} + \beta_{li}\beta_{lk} = 0, \qquad \frac{\partial \beta'_{ik}}{\partial \rho_i} + \frac{\partial \beta'_{ki}}{\partial \rho_k} + \beta'_{li}\beta'_{lk} = 0.$$

» En remplaçant β'_{ik} par sa valeur et en comparant les deux systèmes d'équations, on arrive facilement au résultat suivant :

» Si deux des constantes α_0, α_1, α_2 sont égales, l'une des familles de Lamé est formée de plans ou d'une série de surfaces parallèles. Je laisse de côté cette solution particulière, et je suppose que les constantes α_0, α_1, α_2 sont distinctes.

» En laissant alors de côté une solution particulière qui donne des systèmes connus, on arrivera, par un choix convenable des variables ρ, ρ_1, ρ_3 à la solution analytique suivante :

» *Soient f, φ, ψ trois fonctions de ρ, ρ_1, ρ_2 satisfaisant aux équations*

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial f}{\partial \rho_1} = \cos\varphi, && \frac{\partial \varphi}{\partial \rho_2} = \cos\psi, && \frac{\partial \psi}{\partial \rho} = \cos f,\\ &\frac{\partial f}{\partial \rho_2} = i\sin\psi, && \frac{\partial \varphi}{\partial \rho} = i\sin f, && \frac{\partial \psi}{\partial \rho_1} = i\sin\varphi. \end{aligned}\right.$$

Les quantités β_{ik} auront les valeurs suivantes :

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} &\beta_{01} = -\frac{p}{q}\sin\varphi, && \beta_{10} = i\frac{q}{p}\cos f,\\ &\beta_{12} = -\frac{q}{r}\sin\psi, && \beta_{21} = i\frac{r}{q}\cos\varphi,\\ &\beta_{20} = -\frac{r}{p}\sin f, && \beta_{02} = i\frac{p}{r}\cos\psi, \end{aligned}\right.$$

où p, q, r sont des constantes telles que :

$$(4)\qquad {}^2 + q^2 + r^2 = 0.$$

» Le système (2) admet une solution dépendant de trois fonctions arbitraires d'une variable. De plus, si l'on prend deux quelconques des fonctions inconnues, on peut en déduire une solution de l'équation qui sert à déterminer les surfaces à courbure totale constante. On a en effet, par exemple,

$$\frac{\partial^2(\varphi \pm f)}{\partial\rho\,\partial\rho_1} = i\cos(\varphi \pm f),$$

ce qui établit un lien entre cette théorie et celle des surfaces à courbure totale constante.

» En tenant compte des équations (2), (3) et (4), on vérifie facilement que les équations (B) et (B') de M. Darboux sont satisfaites. Il en résulte que, à toute solution du système (2), on peut faire correspondre ∞^1 système de valeurs pour les quantités β_{ik}. Je désignerai par p, q, r les

valeurs des constantes d'un système et par p', q', r' celles d'un autre système.

» Si H, H_1, H_2 sont les fonctions de Lamé d'un système triple correspondant au premier système de valeurs des β_{ik}, on pourra y faire correspondre un second système triple, dans lequel les fonctions de Lamé H', H'_1, H'_2 ont les valeurs

$$(5)\qquad H' = \frac{p}{p'}H, \qquad H'_1 = \frac{q}{q'}H_1, \qquad H'_2 = \frac{r}{r'}H_2.$$

» Je désignerai par M et M' les points correspondants des deux systèmes. En appliquant les formules (14), page 190 de l'Ouvrage de M. Darboux, on trouve

$$(6)\qquad \begin{cases} R'_{01} = \dfrac{p}{p'}R_{01}, \\ R'_{02} = \dfrac{p}{p'}R_{02}. \end{cases}$$

» Donc :

» *Deux surfaces correspondantes des deux systèmes sont telles que les rayons de courbure correspondants sont dans un rapport constant.*

» Deux surfaces correspondantes des deux systèmes forment ce que j'ai appelé des *réseaux* O *associés* (*Comptes rendus*, 1897); ces surfaces se rattachent aux surfaces de M. Voss (voir ma Note sur les surfaces de M. Voss, *Comptes rendus*, 1899).

» Enfin, je montrerai qu'il est possible, d'une infinité de manières, de choisir les systèmes correspondants de façon que les distances de M et M' à un point fixe O soient les mêmes. Faisons alors une inversion ayant pour origine O, soient N et N' les inverses de M et M'; les systèmes N et N' seront entre eux dans la même relation que les systèmes M et M', ce qui donne une *transformation* du problème posé. »

MÉCANIQUE. — *Sur la résistance des gaz parfaits au mouvement des solides.* Note de M. L. **Jacob**, présentée par M. Sarrau.

« L'examen des épreuves photographiques d'un projectile en mouvement dans l'air avec une vitesse supérieure à la vitesse normale du son montre qu'il est accompagné d'ondes de forme hyperbolique condensées à l'avant et dilatées à l'arrière.

» En ramenant le projectile au repos et en imprimant à la masse gazeuse

une vitesse d'entraînement égale et contraire à la vitesse V_0 de ce dernier, on se trouve en présence d'ondes stationnaires dans le fluide en mouvement. En amont de l'onde de tête, le fluide est à l'état naturel; les ondes stationnaires sont les enveloppes d'ondes élémentaires qui prennent naissance au contact du solide. En un point de ces ondes, la vitesse normale de propagation ou vitesse du son est précisément égale à la vitesse d'écoulement du fluide comptée normalement à la surface de l'onde.

» Cette propriété permet d'expliquer le fait, paradoxal au premier abord, que dans un gaz deux surfaces en contact gardent entre elles une différence finie de pression. En effet, par suite de la constitution même de l'onde, celle-ci est dans l'impossibilité de se propager, et, en même temps, de transmettre la pression qui règne à son intérieur au fluide situé en amont, toute transmission de cette nature impliquant une tendance au déplacement.

» En appliquant à une masse fluide de forme convenable le théorème des quantités de mouvement projeté et celui des forces vives, on trouve un nombre de relations suffisant pour déterminer, outre les éléments du fluide, la loi qui relie la pression à la densité pendant la transformation brusque; cette loi est précisément celle qui avait été signalée par Hugoniot dans le mouvement par tranches.

» Si l'on désigne par φ l'angle de la normale à la surface de l'onde, avec la direction du mouvement, tous les éléments qui définissent l'état du fluide s'expriment facilement en fonction du paramètre φ.

» Au passage de la surface de discontinuité, le mouvement supposé permanent devient tourbillonnaire.

» L'état du fluide étant connu sur la surface de l'onde, on arrive facilement à exprimer les coordonnées x et y de la méridienne de cette surface en fonction du paramètre φ.

» L'ordonnée a pour expression

$$Y^2 = C \frac{(\sin\varphi)^{2p}}{(\cos^2\varphi - \alpha_0^2)^{\alpha_0^2 p}},$$

p et $\alpha_0^2 p$ n'étant pas entier en général.

» Quant à l'abscisse x, elle ne s'obtient pas en général sous forme finie à l'aide des fonctions élémentaires.

» La connaissance de l'expression de Y^2 en fonction d'un paramètre présente de l'importance au point de vue de l'intégration des équations du mouvement du fluide.

» Avec les notations habituelles, ξ désignant le tourbillon, on a, en effet,

$$h'_x + \xi v = 0, \qquad h'_y - \xi u = 0,$$

ce qui revient à

$$(1) \qquad dh = \xi(u\,dy - v\,dx);$$

mais l'équation de continuité en coordonnées cylindriques exprime que

$$\rho y(u\,dy - v\,dx)$$

est une différentielle exacte dF :

$$(2) \qquad dF = \rho y(u\,dy - v\,dx);$$

il suit de (1) et (2) que F est une fonction de h et que, par suite,

$$dF = F'(h)\,dh,$$

$$F'(h)\,dh = \rho y(u\,dy - v\,dx);$$

de plus

$$\xi F'(h) = \rho y.$$

» Mais, le long de la surface de l'onde, on trouve que

$$\xi = \frac{h'_\varphi \cos\varphi}{V_N \frac{dY}{d\varphi}};$$

on en déduit facilement, à cause de la relation

$$V_N \rho = \rho_0 V_0 \cos\varphi,$$

$$YY'_\varphi = \frac{1}{\rho_0 V_0} F'(h) h'_\varphi,$$

d'où

$$Y^2 = \frac{1}{\rho_0 V_0} F(h).$$

» La fonction $F(h)$ se trouve donc déterminée, Y aussi bien que h étant connus en fonction de φ.

» Cette propriété est de nature à faciliter le problème de l'intégration des équations différentielles.

» Je démontre que la surface du solide ne peut être l'enveloppe des trajectoires des molécules fluides; sur cette méridienne h et φ sont constants. La valeur de h qui y correspond est celle qui se rapporte au sommet

de la surface de l'onde, elle est minima. En tout point de cette méridienne $h'_x = \infty$ et $h'_y = \infty$.

» Dès lors le problème est ramené à l'intégration d'une équation différentielle du second ordre de la fonction $z = \sin\varphi$ de x et y; soit :

$$f(xyz) = 0.$$

» Or l'étude de la résistance de l'air consiste à trouver la valeur de f sur la surface même du solide, c'est-à-dire pour $z = 0$. On connaît z'_x et z'_y pour $z = 0$ et l'on sait que si $P(xy) = 0$ est l'équation de la méridienne du solide et que l'on fasse $z = 0$, f se réduit à la forme $f(P)$.

» La connaissance de la loi des pressions sur la surface du solide est donc ramenée à l'intégration d'une équation du deuxième ordre, non pas dans le cas le plus général, mais dans le voisinage d'une valeur déterminée de la fonction z de x et y, les dérivées de cette fonction z étant également connues pour les mêmes valeurs de x et y. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Hydro-tachymètre pour régulateur de turbines hydrauliques.* Note de M. **L. Ribourt**, présentée par M. Maurice Lévy.

» La régulation par l'appareil dont il s'agit est obtenue (*fig.* 1) à l'aide d'un circuit liquide fermé, huile ou eau pure, mis en mouvement continu par un petit compteur rotatif Z qu'entraîne la turbine dont on doit produire la régulation. Au refoulement de ce compteur volumétrique, qui comporte une très basse pression, le liquide passe dans un ajutage E, muni d'un organe mobile qui en modifie automatiquement la section libre, de manière à transformer les variations de vitesse du compteur en variations trés amplifiées de pression interne, ces deux facteurs, vitesse et pression, se trouvant liés par une fonction algébrique d'un degré élevé, du fait de la disposition matérielle de l'ajutage.

» Pour utiliser ce phénomène au réglage de la turbine, un piston flotteur lesté B est immergé dans le liquide en circuit refoulé par le compteur et commande le tiroir de distribution N du relais G à piston hydraulique actionnant le vannage, par un dispositif d'asservissement pour le rappel à zéro constitué par les deux crémaillères C et J engrenant avec le pignon suspendu I attelé au tiroir N.

» Une partie essentielle de l'appareil est un train mobile qui comprend :

1° Un ajutage cylindrique calibré G (*fig.* 2) terminant la partie inférieure de la tubulure d'évacuation R du liquide refoulé par le compteur; 2° des rayures triangulaires O divergentes disposées symétriquement dans l'aju-

tage et croissant en section transversale depuis zéro jusqu'à un maximum donné vis-à-vis la tranche inférieure de l'ajutage; 3° un disque ou obturateur partiel mobile F présentant une arête vive circulaire, placé dans l'ajutage et suspendu à la tige I d'un piston E d'équilibre sur lequel appuie un ressort antagoniste T dont la tension peut être réglée par un écrou supérieur U.

Fig 2.

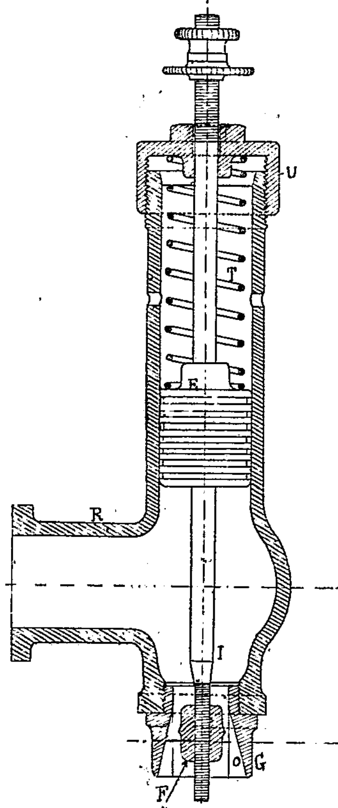
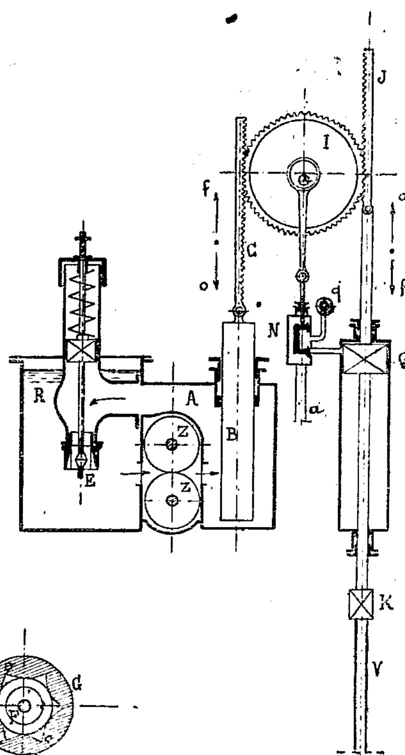


Fig. 1.



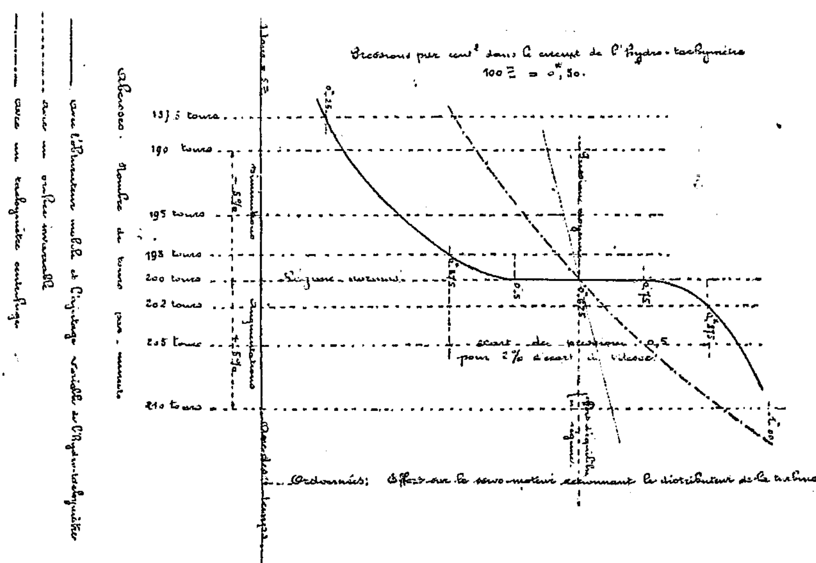
» *Fonctionnement de l'hydro-tachymètre.* — Le piston E joue dans une partie ajustée du corps de la tubulure R de sortie du liquide en circuit et reçoit l'action de sa pression sur sa face inférieure qui tend par conséquent à le remonter en entraînant l'obturateur F dans l'ajutage à rayures divergentes; le ressort T tend au contraire à faire descendre ce train.

En marche normale, le compteur actionné par la turbine refoule le liquide en circuit qui s'écoule par l'ajutage, en franchissant la section libre laissée autour de l'obturateur; le train mobile de l'hydro-tachymètre prend alors une position d'équilibre qui est fonction : du volume du liquide

débité, de la section de débit dans l'ajutage, de la pression intérieure du circuit, de la tension du ressort antagoniste faisant équilibre à l'action de cette pression sur le piston E combiné avec l'obturateur F (différence de ces deux surfaces).

» Chaque modification dans le débit du compteur se traduit par un changement de la position du train mobile et aussi par des modifications correspondantes des autres facteurs. On peut régler les dimensions de l'appareil et la tension du ressort de telle manière que, avec un régime de débit moyen résultant de la vitesse du compteur marchant à l'allure nor-

Fig. 3.



male de la turbine, l'obturateur prenne une position d'équilibre d'une instabilité maxima, telle que, pour la plus minime variation d'allure en plus ou en moins, il se produise dans le circuit des variations de pression subites considérables, qui caractérisent la sensibilité de l'appareil employé comme régulateur de vitesse.

» La représentation graphique de ces conditions d'équilibre du train mobile de l'hydro-tachymètre (*fig.* 3) montre dans quelle mesure cette sensibilité se trouve pratiquement réalisée.

» Les variations de pression importantes, ainsi produites dans le circuit du compteur, se répercutent sur le piston flotteur actionnant le servo-moteur du vannage et commandent opportunément les mouvements de

celui-ci avec le même degré de sensibilité, suivant les tendances de la turbine à s'accélérer ou à se ralentir.

» *Résultats pratiques.* — Le régulateur à hydro-tachymètre fonctionne, depuis un temps déjà prolongé, dans l'industrie; les relevés qui ont été faits sur ses conditions de marche, par des appareils enregistreurs, montrent que sa sensibilité effective répond bien à ce qu'en indique l'étude théorique.

» Notamment, dans les conditions les plus difficiles de réglage, pour une turbine de faible puissance sous une basse chute, avec un vannage lourd et à longue course, les variations de vitesse sont limitées à 1 ou 2 pour 100 en plus ou en moins de celle de régime avec des oscillations de quelques secondes de durée seulement, malgré des variations de résistance incessantes et s'élevant à 25 ou 30 pour 100 de la puissance maxima. Ces résultats sont naturellement encore plus parfaits pour les turbines à haute chute où les mouvements des vannages sont très réduits, comme efforts et amplitudes. »

ÉLASTICITÉ. — *Variations du module d'élasticité des aciers au nickel.* Note de M. Ch.-Éd. Guillaume, présentée par M. Mascart.

« Le passage des aciers au nickel irréversibles de l'état non magnétique à l'état magnétique est accompagné d'une diminution de leur module d'élasticité, dépassant $\frac{1}{10}$ de sa valeur pour un alliage à 24 pour 100 de nickel, ainsi que je l'ai montré au commencement de l'année 1897.

» Quelques mois plus tard, M. Marc Thury à Genève et M. Paul Perret à la Chaux-de-Fonds ayant découvert indépendamment l'un de l'autre, en étudiant l'alliage à 36 pour 100 de nickel, qu'un phénomène semblable existe dans les aciers au nickel réversibles (le module augmentant quand la température s'élève), nous nous sommes attachés, M. Perret et moi, à étudier de plus près cette anomalie, notamment en vue de fixer la teneur des alliages à variation nulle du module, que l'on pouvait espérer obtenir en ajoutant soit du fer, soit du nickel au premier alliage étudié.

» La théorie des transformations des aciers au nickel me conduisit à diriger les recherches vers les alliages qui, aux températures ordinaires, se trouvent au début et à la fin de leur transformation magnétique, prévisions que l'expérience a vérifiées.

» La méthode employée consistait à observer, à diverses températures,

un chronomètre muni d'un spiral de l'alliage à étudier monté sur un balancier en laiton. Connaissant la formule de marche du chronomètre et la dilatation de l'alliage du spiral et du balancier, on détermine aisément les coefficients de la formule exprimant la variation thermique du module d'élasticité du spiral.

» La plupart des expériences chronométriques ont été faites par M. Perret; en général, elles ont été limitées à 0° et à 30° environ; toutefois, dans les cas où la connaissance de la variation cherchée présentait un certain intérêt en dehors de ces limites, l'observation des chronomètres a été poussée jusqu'à $-15°$ et $+45°$, limites pratiques des marches satisfaisantes des chronomètres. J'ai déterminé toutes les dilatations au comparateur et les valeurs absolues des modules par des expériences de flexion.

» L'allure des courbes représentant les variations du module rappelle, pour chaque catégorie d'alliages, celle des courbes de dilatation. Dans la région de rapide transformation magnétique, elles sont à forte courbure, et se rectifient lorsqu'on s'éloigne de ces régions. Au début de la transformation, qui se produit, à la température ordinaire, dans les alliages contenant de 26 à 29 pour 100 de nickel, le coefficient du terme quadratique est fortement négatif, tandis qu'il est positif mais beaucoup plus faible à l'autre extrémité de la transformation (alliages à 45 pour 100 environ). Dans ces deux régions, le deuxième terme change rapidement le signe de la fonction, qui passe, à des températures peu éloignées de 0°, par un maximum dans le premier groupe, et par un minimum dans le second.

» L'écrouissage et le recuit modifient sensiblement les propriétés élastiques des alliages, de telle sorte que les formules trouvées n'ont qu'une valeur relative, appliquées à une teneur donnée; cependant, les caractères généraux qui viennent d'être indiqués ne sont jamais complètement dénaturés. De plus, dans les quelques alliages pour lesquels la position du maximum a pu être déterminée, on a trouvé que celui-ci est atteint à une température de quelques degrés inférieure à celle de la première apparition du magnétisme; l'écart de ces points est probablement constant (10 degrés environ) ou faiblement et continûment variable d'un alliage à l'autre; mais les expériences sont trop peu étendues pour permettre une conclusion certaine à ce sujet.

» Pour les alliages qui, aux températures ordinaires, sont loin du maximum ou du minimum, nous nous sommes bornés à déterminer la variation moyenne du module.

» Voici quelques-uns des nombres trouvés pour la valeur du module (E, tonnes par millimètre carré) et les coefficients (α et β) de θ et θ^2 des formules de variation:

Teneur en nickel pour 100.	Coefficients élastiques.		
	E.	$\alpha 10^6$.	$\beta 10^6$.
22	19,67	−394	»
26,2	18,50	− 51	−0,95
27,9	18,06	+104	−1,72
30,4	15,96	+389	»
35,0	15,04	+464	»
44,5	16,40	− 44	+0,62

» Le premier des alliages ci-dessus, qui, en plus du nickel, contient 3 pour 100 de chrome, est non magnétique dans l'air liquide; pour le second, le magnétisme apparaît, au refroidissement, à $-17°$; pour le troisième, vers $+40°$. Les maxima du module, déduits de la formule pour ces deux derniers alliages, sont respectivement à $-27°$ et $+30°$. On remarquera que l'anomalie négative du module, sur laquelle j'ai attiré autrefois l'attention, correspond aux valeurs positives de α; cette anomalie tend donc à disparaître lorsque la température s'élève.

» Les alliages à variation pratiquement nulle du module d'élasticité aux températures ordinaires et les alliages voisins sont susceptibles d'être utilisés avantageusement dans la construction des ressorts de tous genres (spiraux, diapasons, fils de torsion, etc.), dont il est important de rendre le moment ou l'effort indépendant de la température; il y aura lieu, évidemment, de tenir compte, dans chaque cas particulier, de la dilatation intervenant comme facteur de correction. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Décarburation spontanée des aciers.* Note de M. G. **Belloc**, présentée par M. A. Ditte.

« Il est reconnu qu'un acier se décarbure lorsqu'on le maintient à une température supérieure à 800°; il est facile de suivre les diverses phases de cette décarburation en faisant l'étude d'un couple acier dur-platine par la méthode thermo-électrique, méthode dont j'ai déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie ([1]). En construisant les diagrammes thermo-électriques, relatifs à ce couple, obtenus après des temps de chauffage de plus en plus prolongés, on constate que ces diagrammes ne sont pas superposables; le maximum, caractéristique du point a_3, se déplace peu à peu et occupe successivement les différentes positions correspondant aux divers types d'aciers, en allant du plus dur au plus doux; en outre, l'extrémité qui a été chauffée se comporte comme du fer doux.

» Je me suis demandé si cette décarburation se produit chaque fois que l'on maintient la température au delà de 800°, quel que soit le milieu dans lequel l'acier se trouve plongé.

» Comme mode opératoire j'ai employé soit un tube de porcelaine chauffé extérieurement et renfermant un faisceau de fils d'acier dur, soit une spirale du même acier pouvant être portée à l'incandescence par un courant électrique, au centre d'un

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, 1900, p. 336 et 2e semestre 1902.

ballon à long col; dans le tube ou dans le ballon circulait un courant du gaz pur et sec sur lequel portait l'expérience. Quels que soient le mode opératoire et le milieu ambiant, le résultat est toujours le même : il y a décarburation, même dans l'hydrogène. En employant la seconde méthode d'échauffement et reliant le ballon à une trompe de Sprengel, on constate qu'il y a encore décarburation lorsqu'on échauffe *brusquement* la spirale après obtention d'un vide de un centième de millimètre. En même temps, le ballon se tapisse d'un abondant dépôt noir miroitant, dû à la volatilisation du fer; nous sommes là en présence d'un phénomène analogue à celui des lames minces métalliques obtenues par projection cathodique, qui a fait l'objet d'une Note de M. Houllevigue (1).

» Ainsi, le chauffage *brusque* d'une spirale d'acier dur, dans le vide de la trompe de Sprengel, donne un métal gris terne, mou et insensible à la trempe. Il n'en est plus de même si l'on conduit l'expérience d'une façon plus méthodique.

« Portons d'abord la spirale à la température du rouge naissant et maintenons-la en cet état pendant une vingtaine d'heures; puis échauffons graduellement jusqu'au rouge cerise clair; nous aurons tout d'abord un abondant dépôt de fer, puis au bout d'un temps variable avec la vitesse d'échauffement, la spirale se brise simultanément en plusieurs fragments; le nombre des fragments est d'autant plus élevé que l'on a su maintenir la température du rouge pendant un temps plus long. Après démontage de l'appareil, on trouve un métal brillant comme le platine, aigre, cassant et se comportant comme une fonte aciéreuse.

» Ainsi donc le chauffage préalable vers 550°, qui a eu pour effet de chasser les gaz occlus, empêche la décarburation lorsque ensuite on chauffe au delà de 800°. La décarburation est donc liée intimement à la présence des gaz occlus, qui sont ainsi les agents de sa production.

» Non seulement il n'y a pas de décarburation, en l'absence des gaz occlus; mais, à cause du phénomène secondaire de la volatilisation du fer, le carbone résiduel se combine à l'acier restant et il doit y avoir surcarburation. Pour mettre ce fait nettement en évidence, je suis parti d'un acier mi-dur ($C = 0,6$) et je suis parvenu à obtenir un acier à trempe raide, alors que le même fil, non soumis à l'expérience, donnait une trempe mi-dure. Pour arriver à ce résultat il eût été nécessaire de prolonger le chauffage pendant 60 heures et d'échauffer ensuite au rouge cerise clair pendant 10 heures; en allant plus vite, on obtient une simple décarburation. »

---

(1) *Comptes rendus*, 2e semestre 1902.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'influence de certains traitements sur la microstructure des aciers au nickel.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. A. Ditte.

« Les travaux de M. Dumas ([1]) ont montré que si l'on trempe, recuit, refroidit ou écrouit certains aciers au nickel non magnétiques, mais dont le point de transformation est voisin de la température ordinaire, ils deviennent magnétiques. J'ai fait une série d'essais sur les aciers que j'ai déjà étudiés, bruts de forge ([2]). Les conclusions auxquelles je suis arrivé peuvent se résumer de la façon suivante :

» 1° *Trempe.* — Lorsqu'on trempe les aciers au nickel sans les avoir portés à une température supérieure au point de transformation à l'échauffement, il n'y a aucun changement dans la microstructure. Les aciers, étant portés à une température supérieure au point de transformation à l'échauffement, subissent les mêmes perturbations, qu'ils soient trempés à cette température ou au cours du refroidissement avant d'avoir atteint le point de transformation au refroidissement. Sur les aciers de même constitution que les aciers au carbone, l'effet de la trempe est le même que sur ces derniers. Pour les aciers au nickel à structure martensitique, il y a une tendance à la structure polyédrique, mais la martensite est toujours le principal constituant. Enfin, pour les aciers à structure polyédrique, deux cas sont à considérer : pour les aciers qui, dans chaque série, présentent les premiers cette structure, il y a un changement complet, des fers de lance apparaissent en grandes quantités. Pour les autres la microstructure ne présente aucune perturbation, si ce n'est que les cristaux sont plus déliés.

» 2° *Recuit.* — L'influence du recuit ne se fait sentir que sur les aciers à structure polyédrique. Mais tandis que la trempe agit seulement sur les aciers dont le point de transformation est voisin de la température ordinaire, l'effet du recuit s'étend sur un plus grand nombre d'aciers. C'est ainsi que les aciers contenant $\frac{800}{1000}$ de carbone et de 15 à 25 pour 100 de nickel, ont présenté, après un recuit de 4 heures à 700°, la structure en fers de lance, tandis que, seul, l'acier à $\frac{800}{1000}$ de carbone et 15 pour 100 de nickel avait pu être transformé par trempe. J'ai déterminé, dans une suite d'essais, la température à laquelle commence la transformation par recuit; j'ai trouvé que cette température était, pour tous les aciers observés, de 700° et que le temps nécessaire pour qu'elle soit visible au microscope était d'une demi-heure.

([1]) *Annales des Mines*, 1902.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, n° 4. Au moment de cette publication, j'ignorais un Mémoire de M. Osmond, paru dans le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de Londres*, en 1899, dans lequel les alliages de fer et de nickel sont divisés en trois classes se rapprochant de celles que j'ai indiquées pour les aciers extra-doux.

» 3° *Écrouissage*. — Les aciers qui se transforment par trempe changent également de structure par écrouissage, et le phénomène est des plus curieux à observer au microscope. Si l'on soumet l'acier à un certain effort sans dépasser la limite élastique, les plans de clivage, que l'on note dans les aciers bruts de forge à structure polyédrique, s'accentuent considérablement. Dès que l'on dépasse la limite élastique les polyèdres s'agrandissent démesurément et l'on voit apparaître les fers de lance. La transformation semble avoir lieu dans chaque polyèdre : à plusieurs reprises j'ai observé que les modifications s'arrêtaient nettement au bord du polyèdre, dans lequel elles ont pris naissance. Je dois ajouter que ces aciers écrouis sont d'autant plus faciles à attirer à l'aimant que les fers de lance notés à la micrographie sont plus nombreux (1).

» 4° *Refroidissement*. — J'ai fait sur le refroidissement des aciers au nickel trois séries d'expériences. La première m'a prouvé que le refroidissement à — 78° n'a aucune influence sur les aciers à structure ordinaire, tandis qu'il permet de voir nettement la martensite, sans aucune attaque, dans les aciers ayant déjà cette structure. Enfin le refroidissement à — 78° semble, du moins dans les observations que j'ai faites, avoir même effet que le recuit sur les aciers à structure polyédrique (2). Une seconde série d'essais m'a permis de voir que, dans les aciers non magnétiques qui, d'après les expériences de M. Dumas, deviennent magnétiques irréversibles à — 78°, cette transformation n'est pas instantanée. Dès 0°, l'acier a complètement changé de structure, les polyèdres ont pris des dimensions extraordinaires et l'on aperçoit quelques fers de lance; à — 20°, ceux-ci deviennent très nombreux, mais on voit encore quelques polyèdres, tandis qu'à — 40° ils ont totalement disparu.

» 5° *Cémentation et décarburation*. — J'ai pensé qu'il était utile de contrôler les résultats déjà obtenus par des opérations de cémentation et de décarburation. Elles ont duré 8 heures; les premières ont été faites à 1050° en présence de noir animal; les secondes ont eu lieu à 850°, en présence d'oxyde de fer pur.

» Ces essais concordent parfaitement avec les résultats précédents, à condition que l'on tienne compte de l'action du recuit qui intervient.

» Je dois citer notamment que si l'on cémente un acier à structure polyédrique, ne pouvant être transformé par recuit, il reste entièrement à structure polyédrique; pour un acier à même structure, mais subissant une transformation par recuit, le centre est à structure en fers de lance, tandis que les bords, plus carburés, ne montrent que des polyèdres.

» Enfin ces expériences offrent un intérêt tout spécial, car elles semblent bien prouver que le fer de lance et la martensite ordinaire ne sont qu'un seul et même constituant. On les obtient, en effet, l'un et l'autre, dans les

---

(1) Des mesures précises devront être faites à ce sujet.

(2) Toutefois des expériences récentes que je ne puis encore publier semblent bien prouver que le recuit a de l'action sur certains aciers polyédriques, sur lesquels le refroidissement n'agit pas.

cas analogues, le premier se produisant surtout dans les aciers les plus carburés, alors que la martensite est saturée et que l'on a par conséquent de la hardénite.

» *En résumé,* ces résultats mettent en vue, d'une façon plus sensible que ne le font les essais mécaniques et magnétiques, les transformations subies par les aciers au nickel. La micrographie permet donc, par des observations simples et rapides, de savoir sous quel état se trouvent ces aciers. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques produits de la réduction des sels de cuivre par l'hydroxylamine.* Note de M. E. **Péchard**, présentée par M. Troost.

« Le précipité d'oxyde cuivreux que produisent les sels d'hydroxylamine, dans les dissolutions alcalines des sels de cuivre, constitue un caractère bien connu de cette base réductrice.

» En liqueur acide, une réduction analogue peut se produire, à condition qu'il en résulte un corps insoluble, ainsi :

» Un mélange de sulfate de cuivre et de chlorhydrate d'hydroxylamine porté à l'ébullition donne un précipité de chlorure cuivreux insoluble dans l'acide sulfurique étendu mis en même temps en liberté.

» Un mélange des sulfates de cuivre et d'hydroxylamine ne donne pas à froid de précipité avec l'acétylène; à 50° il se produit un précipité d'acétylure cuivreux.

» J'ai étudié principalement cette réduction des sels cuivriques en liqueur ammoniacale et j'indiquerai dans cette Note les premiers résultats que m'a donnés cette réduction.

» Une dissolution bleue de sulfate cuivrique ammoniacal $SO^4Cu, 4AzH^3$ est décolorée à l'abri de l'air lentement à froid, rapidement à 80° par le sulfate d'hydroxylamine. Cette réduction est accompagnée d'un dégagement gazeux ([1]), mélange de 68 pour 100 d'azote et 32 pour 100 d'oxyde azoteux.

» Le liquide incolore ainsi obtenu s'oxyde et bleuit immédiatement à l'air. Les corps qui se combinent à l'ammoniaque en précipitent de l'oxyde cuivreux jaune : tels sont les aldéhydes formique et éthylique, les

---

([1]) En solution alcaline, les sels de cuivre se réduiraient en donnant seulement de l'oxyde azoteux (Donath, *Jahresberichte,* 1877, p. 24).

oxacides qui précipitent d'abord de l'oxyde cuivreux et décomposent ensuite ce dernier en sel cuivrique et cuivre métallique. Les hydracides, comme on peut le prévoir, en précipitent les sels cuivreux correspondants.

» L'acide acétique, qui se comporte dans ces circonstances comme les hydracides, m'a permis de préparer facilement l'acétate cuivreux.

» *Préparation de l'acétate cuivreux* (¹). — Pour obtenir ce sel on verse goutte à goutte, jusqu'à décoloration, du sulfate d'hydroxylamine dans un mélange chaud d'acétate cuivrique ammoniacal et d'acétate d'ammonium, ce dernier étant en grand excès. On ajoute ensuite rapidement de l'acide acétique qui sature d'abord l'excès d'ammoniaque et rend la dissolution fortement acide. L'acétate cuivreux se précipite au bout de quelques instants; on le lave avec de l'acide acétique et on le sèche. Dans cette préparation, il est indispensable d'opérer en présence d'un grand excès d'acétate d'ammonium, sans quoi il se formerait de l'oxyde cuivreux en même temps que l'acétate. Toutes les opérations qui précèdent doivent être faites à l'abri de l'air pour éviter l'oxydation des composés cuivreux.

» Le sel ainsi obtenu est blanc, cristallisé en fines aiguilles; sa formule est $(CH^3COO)^2Cu^2$. Il s'oxyde rapidement à l'air en donnant une poudre verte d'acétate basique. L'acétate cuivreux est partiellement décomposable par l'eau en oxyde cuivreux et acide acétique. Cette décomposition limitée explique la stabilité de ce sel en présence de l'acide acétique, stabilité qui est utilisée dans sa préparation.

» *Sulfate cuivreux ammoniacal.* — En ajoutant de l'alcool ordinaire à la dissolution de sulfate de cuivre ammoniacal décolorée par le sulfate d'hydroxylamine, on obtient un précipité blanc présentant les caractères des sels cuivreux, mais contenant une forte proportion de sulfate d'ammonium peu soluble dans l'alcool.

» On peut obtenir un sulfate cuivreux ammoniacal en suivant la marche suivante : de l'hydrocarbonate de cuivre $CO^3Cu.CuO.H^2O$ est mélangé à de l'ammoniaque étendu sans qu'il y ait dissolution totale du sel. Dans cette dissolution bleue maintenue à 80° on verse du sulfate d'hydroxylamine jusqu'à décoloration. Il se dégage du gaz carbonique, de l'azote et de l'oxyde azoteux.

» Dans le liquide incolore et refroidi, on verse de l'alcool privé d'air par une ébullition préalable. Il se produit un précipité blanc, lourd, qu'on filtre sur du coton de verre après l'avoir lavé à l'alcool.

» Toutes ces opérations ont été faites dans l'hydrogène pur (²); une trace d'air produirait du sulfate cuivrique ammoniacal, qui, insoluble dans l'alcool, se précipiterait en même temps que le sel cuivreux.

(¹) On sait que l'acétate cuivreux est un des produits de la décomposition pyrogénée de l'acétate cuivrique.

(²) Les impuretés contenues dans l'hydrogène préparé avec le zinc et l'acide sulfurique donnent des précipités noirs avec les dissolutions cuivreuses. J'ai employé l'hydrogène électrolytique du commerce que je fais passer sur de la ponce platinée pour enlever les traces d'oxygène qu'il contient.

» Le corps ainsi obtenu est blanc, bien cristallisé en lamelles hexagonales; il s'oxyde rapidement à l'air et verdit surtout lorsqu'il est humide. Il est soluble dans l'eau ammoniacale, mais l'eau pure le décompose partiellement en oxyde cuivreux, sulfate d'ammonium et ammoniaque qui empêche la décomposition d'être complète.

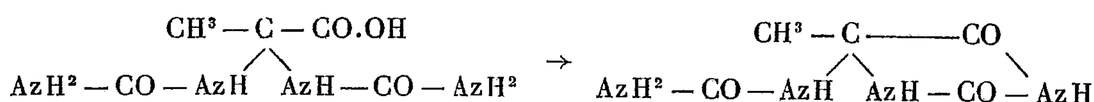
» La formule de ce corps difficile à manier est $SO^4Cu^2.4AzH^3$. J'ai déterminé les proportions d'acide sulfurique, de cuivre et d'ammoniaque dans des produits bien blancs et dans des produits altérés à l'air par oxydation plus ou moins complète.

» Chauffé dans le vide à 100° pendant plusieurs heures, le sulfate cuivreux ammoniacal abandonne l'alcool dont il était imprégné, mais ne perd pas d'ammoniaque. Le sel est blanc, anhydre, s'altère très lentement à l'air et peut être aisément manié. Sa formule est exactement $SO^4Cu^2.4AzH^3$. Il se décompose au contact de l'eau en donnant de l'oxyde cuivreux. Chauffé au-dessus de 100° le sel perd de l'ammoniaque, mais il jaunit par suite d'une décomposition en sulfate d'ammonium et oxyde cuivreux.

» La réduction des sels de cuivre en liqueur ammoniacale par l'hydroxylamine peut donc servir de point de départ à la préparation de nouveaux composés cuivreux à acides oxygénés. C'est ainsi qu'en mélangeant, à la liqueur incolore provenant de la réduction du sulfate de cuivre, des phosphates monosodique ou monoammonique, j'ai pu préparer des phosphates doubles cuivreux dont je poursuis l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'urée sur l'acide pyruvique* (II). *Triuréide dipyruvique.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

« I. J'ai indiqué antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 587) la préparation de l'acide *homoallantoïque*, premier terme de l'action de l'urée sur l'acide pyruvique et j'ai signalé sa transformation en *pyvurile* ou *homoallantoïne* sous la seule action de l'eau :



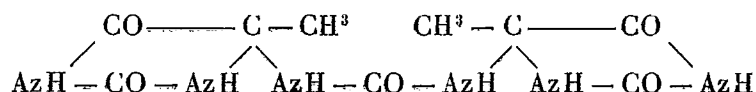
» Examinons maintenant l'action de l'acide chlorhydrique concentré sur ces corps.

» L'acide homoallantoïque se dissout immédiatement; dans cette solution, l'acide est hydrolysé et l'on peut y déceler l'acide pyruvique par son réactif habituel. Son éther se comporte de même.

» Le pyvurile se dissout également, mais plus lentement; l'hydrolyse se produit aussi mais graduellement.

» L'évaporation à froid des deux solutions aboutit à un même corps, distinct des deux produits initiaux.

» Le corps n'est autre que le triuréide dipyruvique déjà obtenu par Grimaux et auquel il a attribué la formule



» Grimaux chauffait, à 100°, parties égales d'acide pyruvique et d'urée et reprenait par l'eau bouillante. Dans ces conditions, le triuréide se produit en quantités très faibles, comme je m'en suis assuré en répétant et examinant de près la réaction. Au contraire, le rendement devient excellent en tenant compte des observations relatées plus haut.

» On dissout l'urée (10^g) dans l'acide chlorhydrique concentré (25^{cm^3}) et l'on ajoute l'acide pyruvique (10^g). Au bout de quelques heures, l'uréide commence à se déposer. Après 24 heures, on étend d'eau, on filtre, on lave et l'on sèche. L'évaporation des eaux mères fournit une nouvelle et abondante récolte du même produit.

» On peut encore dissoudre l'urée dans l'alcool, ajouter l'acide pyruvique et saturer de gaz chlorhydrique, mais la réaction est plus lente et le résultat moins avantageux.

» Enfin, on ne peut remplacer, sans modifier le sens de la réaction, l'acide chlorhydrique par l'acide sulfurique concentré. Les choses ne se passent pas non plus de même avec la méthylurée et la diméthylurée (sym.).

» II. Le corps ainsi préparé, blanc et cristallisé en fines aiguilles feutrées, est insoluble dans les solvants organiques, très peu soluble dans l'eau, mais soluble dans les alcalis et dans les acides minéraux concentrés. Sa composition est représentée par la formule $C^9H^{12}Az^6O^5, 2H^2O$. Sans m'étendre ici sur ses propriétés, je demanderai la permission d'en citer quelques-unes qui offrent un certain intérêt.

Action de la chaleur. — Ce corps est stable sous l'action de la chaleur; chauffé *rapidement* il ne se décompose pas avant 350°. A 120-130° il perd son eau de cristallisation qu'il reprend spontanément par refroidissement à l'air humide. A 200° il peut être chauffé plusieurs heures sans changer ni de poids, ni de propriétés; maintenu à 250°, il brunit et cède de l'ammoniaque et de l'acide cyanhydrique.

» *Action de l'acide chlorhydrique.* — L'acide chlorhydrique concentré dissout instantanément le triuréide mais sans l'altérer; car si l'on étend d'eau il se reprécipite en un feutrage de fines aiguilles caractéristiques. Conservée quelques jours la solution est partiellement hydrolysée et l'on y caractérise la présence d'acide pyruvique libre. Cette hydrolyse est accélérée si l'on chauffe. Mais, par évaporation de l'acide, on retrouve finalement le triuréide primitif. *Ces particularités rendent un compte précis de celles qui se présentent dans la préparation telle que je l'ai indiquée.*

» *Action de l'eau.* — Le triuréide est peu soluble dans l'eau, même à l'ébullition ($\frac{1}{500}$ environ) et par refroidissement il y cristallise; mais si l'on prolonge l'ébullition

le corps est en grande partie détruit. A sa place on peut isoler d'une part le *pyvurile* et d'autre part un uréide plus condensé. Cette action est intéressante parce qu'*elle constitue la transformation du triuréide dipyruvique en pyvurile, métamorphose inverse de celle que l'acide chlorhydrique permet de réaliser.*

» J'ai vérifié en outre que, même à 150°, l'eau seule ne produit pas la transformation inverse du pyvurile ou homoallantoïne en triuréide, alors que, dans les mêmes conditions, Pelouze a transformé l'allantoïne en acide allanturique.

» *Action des alcalis.* — Le triuréide est bien plus stable en solution alcaline qu'en présence des acides. L'ammoniaque le dissout, mais le restitue par l'action des acides ou par évaporation. La potasse le dissout également; les acides minéraux étendus mettent l'uréide en liberté de cette solution. La solution alcaline peut même être portée à l'ébullition sans altération; mais si l'on prolonge la chauffe le triuréide disparaît, le pyvurile le remplace en même temps que l'hydrolyse se manifeste par la présence d'acide pyruvique. Ces apparences sont bien d'accord avec l'action de l'eau.

» *Action de l'azotate d'argent ammoniacal.* — Ni l'acide homoallantoïque, ni le pyvurile ne précipitent en solution ammoniacale par l'azotate d'argent. Le triuréide, au contraire, donne, dans ces conditions, un précipité caractéristique. C'est là une réaction qui appartient à l'hydantoïne, à l'allantoïne, à l'acide allanturique de Pelouze et à un certain nombre de bases xanthiques (xanthine, hypoxanthine, adénine, etc.). Ce précipité est formé de fines aiguilles; il se dépose peu à peu, parfois au bout d'un certain temps. Sa composition $C^9H^{12}Az^6O^5.Ag^2O.3H^2O$ le rapproche des dérivés argentiques de la xanthine et de l'adénine. Il est très peu soluble dans l'eau; l'ébullition prolongée au sein de l'eau le détruit. Solide ou dissous, il est inaltérable à la lumière. Les acides minéraux étendus mettent l'uréide en liberté. *Ce dérivé permet donc de caractériser, de doser et d'isoler le triuréide dipyruvique.*

» Tels sont les traits les plus saillants de l'histoire de cet uréide que Grimaux considérait comme l'homologue de l'acide allanturique de Mulder.

» La première application des observations que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie me paraît être précisément de les répéter sur l'allantoïne afin d'apporter un éclaircissement à la question, encore si obscure, des acides allanturiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques acides phosphorés dérivés de la benzophénone et de la méthylpropylcétone.* Note de M. C. **Marie**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans cette Note je décrirai les acides qui dérivent de l'action de PO^2H^3 sur la benzophénone et la méthylpropylcétone, et les acides oxyphosphiniques qui se forment par leur oxydation.

» I. *Benzophénone.* — On chauffe à 100° un mélange de benzophénone en excès et

de PO^2H^3 pendant plusieurs jours; les deux couches initiales disparaissent peu à peu et le produit devient homogène. On traite par l'eau chaude, qui dissout l'acide formé et laisse la benzophénone en excès. La solution obtenue, neutralisée, est précipitée à chaud par l'acétate de plomb. Le sel, lavé et séché, correspond au sel de plomb de l'acide $(C^6H^5)^2COPO^2H^3$. Il est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool, l'acétone et même l'éther.

» Pour préparer l'acide on décompose le sel en suspension dans l'eau chaude par un courant de H^2S. Par évaporation de la solution, on obtient l'acide, qu'une simple recristallisation dans l'eau bouillante donne pur. Il constitue des paillettes légères, fusibles à 150°-151°, solubles dans les différents solvants organiques, très peu solubles à froid dans l'eau; l'éther l'extrait de sa solution aqueuse. L'analyse et la détermination de son poids moléculaire par acidimétrie lui assignent la formule



$$(C^6H^5)^2COPO^2H^3.$$

Il est stable en solution alcaline et peut être chauffé avec un excès de HCl concentré, sans décomposition. Son sel d'argent est un précipité cristallisé blanc, qui s'obtient facilement par double décomposition. Par oxydation au bichlorure de mercure ou au brome, il donne l'acide oxyphosphinique correspondant.

« *Acide* $(C^6H^5)^2COPO^3H^3$. — On traite par le brome la solution de l'acide précédent et, par évaporation, on obtient l'acide oxyphosphinique. L'acide brut est toujours, quel que soit le mode d'oxydation employé, coloré en rose par une résine. Pour le purifier, il suffit de le faire recristalliser dans l'eau chaude, ou de le traiter par une faible quantité d'éther. Il fond à 184°-185°; c'est un acide bibasique, ainsi que le montre son titrage acidimétrique; il répond à la formule $(C^6H^5)^2COPO^3H^3$, d'après son analyse et son titrage. Il est soluble dans les solvants organiques usuels, alcools, acétone, acide acétique, éther; il est stable aux acides et aux alcalis. Il donne, avec les sels d'argent et surtout de baryum, des précipités nettement cristallisés.

« II. *Méthylpropylcétone.* — On traite à 100° un mélange de méthylpropylcétone soigneusement rectifiée par fractionnement et bouillant à 101°,5-102° et d'acide hypophosphoreux. La condensation s'effectue lentement comme pour la méthyléthylcétone et s'accompagne toujours de la formation de produits de condensations de la cétone elle-même. Par saturation au carbonate de plomb du produit de la réaction, on obtient une solution qui, concentrée et additionnée d'un grand excès d'alcool, donne un dépôt cristallin correspondant au sel $(PO^2H^2CH^3COC^3H^7)^2Pb$. Ce sel reste d'ailleurs en majeure partie dissous et s'obtient par évaporation dans le vide de la solution alcoolique.

» Traité par H^2S, il donne facilement l'acide, qui constitue un sirop incolore, incristallisable, tout à fait semblable à celui obtenu avec la méthyléthylcétone et décrit précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 234).

» Cet acide s'oxyde facilement par le brome en donnant l'acide oxyphosphinique correspondant $PO^3H^3CH^3COC^3H^7$. La solution de l'acide ainsi oxydé est évaporée à sec pour chasser l'acide bromhydrique formé. Il se forme toujours un peu de résines qui colorent la solution en brun; on les élimine par une ou deux évaporations et reprises par l'eau qui les laissent insolubles sous forme de flocons noirs. Finalement on obtient l'acide oxyphosphinique à l'état d'un sirop qui se prend en masse encore légèrement colorée. On le purifie par dissolution dans l'acétone ou l'acide acétique et précipitation

par l'éther, puis on le fait recristalliser par évaporation spontanée de sa solution acétonique.

» Cet acide fond à 139°-140°; il est soluble dans les solvants organiques usuels sauf l'éther. Son analyse et son titrage acidimétrique montrent qu'il répond à la formule $PO^3H^3CH^3COC^3H^7$; pour le titrage il convient, comme d'ailleurs pour l'acide oxyphosphinique dérivé de la méthyléthylcétone, de l'effectuer comparativement avec l'acide oxyisopropylphosphinique pour annuler l'incertitude causée par le virage peu net à la phtaléine. C'est bien entendu un acide bibasique qui donne avec les sels de plomb et d'argent des précipités insolubles.

» On voit que, pour ces deux acétones, je n'ai pu obtenir que l'acide monoacétonique, de même d'ailleurs qu'avec la méthyléthylcétone. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les résultats obtenus par application en distillerie de saccharomyces acclimatés aux principes volatils toxiques des mélasses de betteraves.* Note de M. **Henri Alliot.**

« L'application de ce nouveau procédé de fermentation ayant été faite industriellement pendant un temps suffisant pour formuler une appréciation, je viens rendre compte à l'Académie des résultats obtenus.

» Les moûts non chauffés avaient une densité de chargement de 1080 à 1095, et même un peu supérieure en certains cas. L'ensemencement a été pratiqué avec un appareil propagateur de levure pure.

» Les avantages procurés par l'emploi de cette méthode et de ces ferments spéciaux peuvent être résumés ainsi :

» 1° Économie de calories, se traduisant soit par une économie de charbon, soit par une autre utilisation de la vapeur disponible dans certaines usines.

» 2° Économie de l'eau nécessaire à la réfrigération de grandes masses de mélasses portées à 90° ou 100°. Ce point est à considérer dans certaines régions où l'eau est rare, ou y est quelquefois à une température telle qu'il en faut de grandes quantités pour arriver à un abaissement suffisant de la température du moût de mélasse à mettre en fermentation.

» 3° Économie de main-d'œuvre et de temps, par suppression de manipulations.

» 4° Mes levures pures acclimatées donnent au moût non dénitré une accélération de fermentation pouvant réduire de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{4}$ le temps nécessaire pour obtenir la transformation complète du sucre contenu dans les mélasses, dans les conditions habituelles du travail (c'est-à-dire avec dénitrage). Autrement dit, il ne faut plus guère que 32 heures (chargement compris, qui est de 10 à 12 heures) là où la cuve demandait 40 ou 42 heures à tomber.

» 5° Le rendement alcoolique est aussi bon que par l'ancienne méthode et varie de 61^l à 62^l d'alcool à 100° C. par 100^{kg} de sucre fermentescible contenu dans les mélasses.

» 6° Il a été possible de réduire notablement l'acidité libre initiale en grande cuve, qui a été abaissée jusqu'à 0g,2 par litre (en SO^4H^2).

» Ce point est à considérer pour les pays éloignés où l'acide sulfurique revient cher. De plus, à l'abaissement de l'acidité sulfurique initiale correspond une augmentation de la richesse des salins (provenant des vinasses) en carbonate de potasse.

» Une observation importante a été faite pendant le travail de fermentation : l'évolution normale des nouveaux saccharomyces dans des moûts de mélasse très peu acidulés. Or, les mélasses contiennent des germes bactériens, et l'on sait que l'évolution de ces derniers a lieu parallèlement à la levure, et s'effectue d'une façon d'autant plus gênante pour celle-ci (et pour sa production totale en alcool éthylique) que le milieu commun ambiant se rapproche de l'alcalinité.

» Parmi les produits volatils à la présence desquels j'ai habitué les saccharomyces se trouvent : d'une part, des acides organiques et des vapeurs nitreuses, qui résultent de la composition chimique des mélasses, et, d'autre part (point que je n'avais pas mis en évidence dans ma précédente Communication), des principes issus de l'évolution des germes bactériens au sein desdites mélasses. Il est bien certain que les saccharomyces, par suite de leur acclimatation au premier groupe de corps, ont été préservés d'une première cause paralysante, et l'on peut admettre ensuite que, par leur accoutumance progressive au second groupe de produits, ils ont acquis la propriété de sécréter abondamment des antitoxines possédant une chimiotaxie négative à l'égard des bactéries envahissantes des mélasses.

» Il ressort de ceci que l'on est parvenu, en industrie de fermentation, à résoudre un problème qui peut, à première vue, paraître paradoxal et dont l'énoncé eût effrayé les esprits au début des études microbiologiques : c'est d'arriver à faire de la fermentation alcoolique pure en milieu manifestement nocif pour les levures, de par sa composition chimique, et, qui plus est, contaminé au sens bactériologique du mot. »

HISTOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'hyperplasie épithéliale et sur la transformation de l'épithélium en tissu conjonctif.* Note de M. **Éd. Retterer**, présentée par M. Bouvier.

« Je suis arrivé à une méthode qui permet de contrôler expérimentalement les résultats que j'ai obtenus en étudiant l'histogenèse de la membrane

tégumentaire et que j'ai formulés, en 1898, dans les termes suivants : 1° l'évolution du derme se fait de la surface épidermique vers la profondeur; 2° l'épiderme fournit constamment des générations cellulaires qui se transforment en couche papillaire.

» *Méthode*. — Cette méthode consiste à détruire *mécaniquement* les parties profondes du derme dans le but de provoquer le remplacement des éléments mortifiés. Je procède de la façon suivante sur la région métatarsienne du cobaye dont la peau, souple et fine, est dépourvue de poils et de glandes. A l'aide d'un couteau de Graefe à double tranchant, je pénètre par piqûre dans la peau par le bord interne ou externe de la région. Après avoir introduit la pointe à plat suivant un plan parallèle à la surface tégumentaire, je fais glisser le couteau de façon à pratiquer une séparation complète de la face profonde du derme et des tissus sous-jacents. Je *décolle* ainsi la peau métatarsienne sur une étendue de plus de 1^{cm^2}.

» A la suite de ce décollement, les troncs vasculaires et les nerfs de la peau métatarsienne sont sectionnés; mais, quoique mobile et isolée des parties sous-jacentes, la peau décollée conserve sur ses quatre côtés ses rapports naturels. Grâce aux précautions aseptiques, j'ai toujours évité la suppuration.

» Je laisse la peau décollée un temps variable en place. Sur d'autres cobayes, je pratique, de 2 jours en 2 jours, un nouveau décollement en pénétrant par l'orifice non cicatrisé fait lors de la première opération. Je me procure ainsi, dans l'espace d'un mois, une série complète de lambeaux cutanés qui ont été privés de vascularisation et d'innervation et qui n'ont reçu leurs matériaux nutritifs que de proche en proche, soit du tissu conjonctif sous-jacent, soit des régions avoisinantes. L'épiderme lui-même n'a pas subi d'atteinte opératoire; la lésion mécanique ne porte, en effet, que sur les tissus dermiques ou sous-dermiques où elle produit une solution de continuité.

» *Exposé des faits*. — A mesure que l'on multiplie les décollements, la peau prend une apparence lardacée et s'épaissit considérablement. Comme on s'en assure au microscope, l'épaississement est dû essentiellement à l'hypertrophie de l'épiderme. Les chiffres le prouvent : la peau normale du métatarse est pourvue d'un épiderme épais de $0^{mm},2$ dont $0^{mm},14$ pour le corps muqueux et $0^{mm},06$ pour la couche cornée. Après 10 ou 12 décollements, l'épiderme a acquis une épaisseur de $0^{mm},6$ dont $0^{mm},5$ pour le corps muqueux et $0^{mm},1$ pour la couche cornée.

» L'épaississement épidermique est accompagné de l'allongement des papilles dermiques; leur sommet arrive jusqu'au contact du *stratum granulosum*.

» Le derme prendrait-il part à l'hypertrophie de l'épiderme? L'étude des coupes sériées sur les pièces convenablement fixées et colorées ne m'a jamais montré une seule division cellulaire ni dans le derme ni dans les papilles de la peau décollée; le tissu conjonctif ne présente pas trace de

prolifération cellulaire. Après la section des vaisseaux du derme, personne ne songera à invoquer l'influence de poussées vasculaires ni les effets de la diapédèse.

» L'étude de l'épiderme donne des résultats tout autres : elle prouve que le phénomène élémentaire et initial de l'épaississement de la peau décollée se passe daus les cellules épithéliales. Dès les premiers décollements, les images mitosiques y sont si nombreuses qu'on en voit plusieurs dans le champ du microscope. On croirait avoir sous les yeux des sections de moelle épinière sur des embryons où les vaisseaux sanguins ne se sont pas encore développés dans le système cérébro-spinal.

» Ainsi, les cellules malpighiennes se multiplient ; de plus elles s'hypertrophient. Sur la patte intacte, ces cellules sont longues de 15^{μ} et larges de 12^{μ} environ ; leur noyau, long de 7^{μ} et large de 5^{μ}, est rempli de granulations chromatiques, qui sont serrées et réparties à peu près également partout. Le corps cellulaire montre une zone périnucléaire, claire, peu colorable, et une couche périphérique granuleuse et très colorable. Sur la peau décollée à plusieurs reprises, les cellules malpighiennes sont longues de 25^{μ} et larges de 12^{μ} à 14^{μ} ; leur noyau atteint une longueur de 12^{μ} et une largeur de 5^{μ} à 7^{μ}. Outre ce changement de dimensions, on remarque des modifications de structure : tout le protoplasma du corps cellulaire est devenu colorable ; les lignes intercellulaires, traversées par les filaments chromophiles, se sont élargies et semblent participer à l'hypertrophie générale. Les modifications qui portent sur les noyaux sont encore plus accentuées : les noyaux, longs de 12^{μ} et larges de 6^{μ} à 7^{μ}, ressemblent à des vésicules remplies d'un nucléoplasma transparent que limite une membrane nucléaire nette et paraissant très tendue. Dans ce nucléoplasma abondant, clair, peu colorable, il est possible de mettre en évidence un fin réticulum. Quant à la chromatine, elle se réduit dans le noyau à une ou quelques sphérules d'un demi-micron ou moins encore.

» Sans revenir sur le grand nombre de mitoses qu'on voit dans le corps muqueux, il est intéressant de noter, après plusieurs décollements, la présence de deux ou quatre petits noyaux clairs, de 6^{μ} chacun, dans une seule et même cellule épithéliale hypertrophiée.

» Tels sont les phénomènes (multiplication, hypertrophie et modification structurale) qui précèdent la transformation de l'épithélium en tissu conjonctif réticulé et vasculaire. Elle se fait surtout aux dépens des amas ou îlots de cellules possédant chacune plusieurs noyaux clairs ; ces îlots siègent de préférence en regard du sommet des papilles ou dans les pro-

longements interpapillaires. A mesure que les noyaux se divisent dans le corps cellulaire, le cytoplasma se réduit à de minces tractus protoplasmiques, communs à divers noyaux et n'offrant plus d'élection pour l'hématoxyline, mais se teintant par la fuchsine acide. Ce cytoplasma est devenu, en outre, plus fluide, car il permet aux noyaux de s'allonger perpendiculairement au derme.

» Après s'être ainsi développés aux dépens des cellules épithéliales, les éléments des îlots clairs se transforment : une portion du cytoplasma disparaît par fonte et il reste des trabécules anastomosées de tissu papillaire. La substance des noyaux se convertit en un bloc dense de chromatine; mais le sort des noyaux est variable : ceux dont le cytoplasma périphérique a disparu prennent un aspect bosselé et s'étirent en noyaux leucocytaires; les autres persistent dans les trabécules conjonctives; d'autres encore se fragmentent en sphérules, dont la plupart se désagrègent en subissant la dégénérescence hémoglobique.

» *Conclusion*, — L'irritation que produit sur l'épiderme le décollement de la peau provoque des phénomènes évolutifs qui rappellent de très près ceux du cartilage en voie d'ossification. Les cellules s'hypertrophient, prolifèrent et donnent naissance à des générations cellulaires, qui se transforment en tissu conjonctif réticulé et vasculaire. L'expérimentation confirme le développement : outre les cellules qui sont repoussées à la surface épidermique, qui se kératinisent et tombent finalement par desquamation, les éléments épithéliaux engendrent des générations cellulaires qui continuent de s'organiser et se transforment finalement en couche papillaire du derme. »

BOTANIQUE. — *La série des Absidiées*. Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

« Le caractère le plus frappant du genre *Absidia*, tel que l'a défini M. Van Tieghem, est tiré de la forme géométrique des stolons disposés en arcades successives et portant les pédicelles cystophores à leur sommet. Aux dépens de ce genre, MM. Berlese et de Toni ont créé un genre *Tieghemella* pour l'*Absidia repens*, dont les pédicelles ne naissent pas nécessairement au sommet des arcades, car on en voit apparaître en divers points des stolons et même sur les pédicelles primaires. La position variable des pédicelles et leur ramification sont la conséquence de l'irrégu-

larité des stolons qui, d'après les figures mêmes de M. Van Tieghem, n'ont pas la courbure définie des paraboles. Cependant, l'apparition des pédicelles accessoires, étant assez tardive, a été considérée comme d'importance secondaire, et le genre *Tieghemella* n'a pas été accepté de la majorité des mycologues.

» Les différences qui séparent l'*Absidia repens* des autres *Absidia* s'exagèrent à tel point chez un champignon que nous avons observé en 1888 sur des racines d'*Orchis*, qu'il nous semble impossible de le laisser dans le genre *Absidia*. Nous le nommerons *Tieghemella Orchidis*. Ici les stolons forment parfois des séries de deux ou trois arcades, en enracinant leur sommet, parfois des traînées irrégulières libres ou enracinées; les stolons et les rhizoïdes font défaut à d'autres fructifications. Les pédicelles sont isolés ou groupés en bouquets, simples ou ramifiés.

» La forme des stolons et la position des pédicelles ont donc perdu, chez le *Tieghemella Orchidis*, la régularité caractéristique des *Absidia*. Le *Tieghemella repens* n'en diffère que par un degré moindre de cette double irrégularité. Au contraire, l'*Absidia dubia* Bainier possède habituellement des pédicelles ramifiés, exceptionnellement des stolons en arcade. C'est donc un *Tieghemella* plus éloigné que les deux autres du genre *Absidia*.

» En dépit de ces altérations du mode de ramification des cystophores qui caractérise le genre *Absidia*, toutes ces espèces de *Tieghemella* concordent avec les *Absidia* par leur apophyse en entonnoir dans laquelle la columelle s'affaisse après la déhiscence et par la structure des spores. Le sporocyste garde les mêmes caractères chez le *Mucor Saccardoi* Oudemans, dont l'affinité avec les *Absidia* est attestée en outre par les zygospores entourées de fulcres, bien que les pédicelles soient simples et qu'il n'y ait ni stolons ni rhizoïdes. Nous avons récemment créé pour le *Mucor Saccardoi* le nouveau genre *Proabsidia*.

» Les caractères du sporocyste communs aux genres *Proabsidia*, *Tieghemella* et *Absidia* se retrouvent chez le *Mycocladus verticillatus* Beauverie et chez le *Mucor corymbifer*. Le premier a des stolons indéfiniment rampants sans rhizoïdes; le second n'a ni stolons ni rhizoïdes, mais il est très voisin des *Tieghemella*, notamment du *T. dubia* par son mode de ramification. Souvent l'axe principal s'incline vers le sol et les pédicelles secondaires, rejetés du côté de la convexité, se groupent en bouquets comme chez les *Absidia*. Le *Mucor corymbifer* a donc des affinités plus positives avec le genre *Absidia* qu'avec le genre *Mucor* et, ne pouvant le rattacher directement au premier, nous croyons nécessaire d'en faire le type d'un nou-

veau genre. Nous le nommerons *Lichtheimia* en l'honneur du professeur Lichtheim de Berne, à qui nous devons sa découverte.

» Nous sommes amenés à circonscrire, dans la tribu des Mucorées, une série des *Absidiées*, caractérisée par l'apophyse en entonnoir rigide, la columelle flasque s'affaissant dans l'apophyse et les spores petites. D'après la complication croissante de l'appareil cystophore, nous y distinguerons cinq genres :

» 1. *Proabsidia* (*P. Saccardoi*). — 2. *Lichtheimia* (*L. corymbifera, Regnieri*).— 3. *Mycocladus* (*M. verticillatus*). — 4. *Tieghemella* (*T. dubia, Orchidis, repens*). — 5. *Absidia* (*A. septata, capillata, reflexa*).

» A la série des Absidiées se rattachent probablement le *Pirella circinans* et les espèces confondues dans le genre *Helicostylum* de Corda, malgré la présence d'une apophyse rigide. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'interprétation de la disposition des faisceaux dans le pétiole et les nervures foliaires des Dicotylédones.* Note de M. COL, présentée par M. L. Guignard.

« On sait que dans toutes les feuilles des Dicotylédones les nervures et le pétiole montrent un arc inférieur libéro-ligneux continu ou divisé en faisceaux; dans un grand nombre de feuilles, il y a, en outre, un ou plusieurs faisceaux placés au-dessus de cet arc normal inférieur. Cette partie libéro-ligneuse supérieure se raccorde assez souvent par ses bords avec les côtés de l'arc inférieur.

» Qu'ils soient libériens ou libéro-ligneux, les faisceaux supérieurs ou antérieurs constituent avec l'arc inférieur une stèle.

» En effet l'endoderme, qui dans la tige forme la couche interne de l'écorce, et qui à défaut de plissements subérifiés sur les faces latérales de ses cellules, se reconnaît à la localisation de l'amidon à son intérieur, entoure à la fois l'ensemble des faisceaux de l'arc inférieur et de l'arc supérieur, que ce dernier soit libérien ou libéro-ligneux. *Au point où le pétiole s'insère à la tige, l'anneau endodermique s'ouvre au-dessus de l'arc supérieur, et se raccorde par ses deux extrémités libres à l'endoderme de la tige.*

» Dans les feuilles comme dans les tiges, l'endoderme est assez rarement marqué d'épaississements subéreux, mais, lorsqu'il l'est, cet endoderme occupe la situation mentionnée ci-dessus. (*Campanula Trachelium, C. rapunculoides, C. bononiensis, C. glomerata, C. carpathica, C. lamiifolia; Phyteuma hemisphæricum, P. spicata; Lobelia cardinalis, Symphyandra pendula*). Chez le *Cobœa scandens* (Polémoniacées), l'endoderme, à plissements latéraux subérifiés, recouvre les deux extré-

mités libéro-ligneuses fortement recourbées à la face supérieure de l'arc inférieur normal ([1]).

» Dans de nombreuses plantes où il existe un cercle de faisceaux dans les nervures ou le pétiole, si on pratique des coupes transversales à la base ou vers le sommet du pétiole, régions où le péricycle n'est pas fortement sclérifié, on constate qu'un endoderme amylacé entoure tout le cercle des faisceaux. (*Pavia macrostachya, Æsculus, Hippocastanum, Tilia sylvestris, Fraxinus excelsior, Vitis vinifera*, etc.

» Nous rappelons l'attention sur cette situation déjà connue ([2]) de l'endoderme, parce que dans un travail récent, dont le résumé a paru aux *Comptes rendus* ([3]), M. Bouygues a attribué une origine corticale au méristème supérieur et par suite aux faisceaux antérieurs ou supérieurs de la feuille et du pétiole « lorsqu'ils forment une plage de fermeture ».

» La position de l'endoderme, limite interne du parenchyme cortical, *en continuation avec l'endoderme de la tige,* montre que les faisceaux supérieurs ne sauraient être d'origine corticale; d'autre part, si l'on observe la course longitudinale des faisceaux, cette opinion est invraisemblable.

» Nous avons montré récemment ([4]) : 1° que presque tous les faisceaux libériens supérieurs et tous les faisceaux libéro-ligneux supérieurs (ou antérieurs) se poursuivent en situation normale vers le haut de la feuille, c'est-à-dire dans l'arc inférieur de la nervure médiane ou des nervures plus petites; 2° que ces mêmes faisceaux, libériens ou libéro-ligneux, reprennent très souvent une place normale vers le bas de la feuille ou dans le cercle libéro-ligneux de la tige (Exemple : faisceaux-libéro-ligneux antérieurs du *Symphyandra pendula;* liber interne de nombreuses Gamopétales), mais jamais ils ne deviennent corticaux dans la tige si l'arc inférieur ne le devient pas.

» La disposition des faisceaux dans leur course longitudinale explique clairement cette constatation de M. Bouygues : « la différenciation libéro-ligneuse du méristème » supérieur n'est jamais générale, elle manque à la base et vers le sommet de la » feuille ».

» Pour nous les faisceaux antérieurs ou supérieurs sont analogues aux faisceaux

---

([1]) Dans sa thèse, M. Bouygues décrit et figure l'endoderme amylacé et plissé autour des faisceaux circulaires du pétiole des *Primula rubra, Valeriana, Sanguisorba canadensis,* de nombreux *Alchemilla,* mais pour lui ce sont là des *faisceaux concentriques* très différents des *systèmes libéro-ligneux à plage de fermeture.*

([2]) VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique,* 1891, p. 842 et 1898, p. 272. GWYNE-VAUGHAN, *Ann. of. Bot.*, 1897, figure l'endoderme à plis subéreux entourant les méristèles des feuilles de *Primula* et continuant celui de la tige.

([3]) BOUYGUES, *Sur l'origine de la différenciation vasculaire du pétiole* (*Comptes rendus,* 1902, n° 7). Thèse Doct. Sc. Paris, 1902.

([4]) COL, *Journ. de Botanique,* juillet 1902 (copie remise en février).

médullaires de la tige, même lorsqu'ils sont dès l'origine fusionnés avec l'arc inférieur en un cercle ou en un arc presque fermé.

» On peut comparer la feuille à un secteur de tige, puisque dans une tige à structure normale l'ensemble des faisceaux allant à une feuille forme toujours à son point de sortie un arc ouvert et nous considérons cette disposition comme normale dans la feuille.

» Si, au lieu de s'ouvrir de plus en plus dans le pétiole, puis dans le limbe, cet arc se courbe et se ferme, les faisceaux formant les parties antérieures de l'arc sont dans une situation plus ou moins anormale. Si les faisceaux antérieurs restent sur un arc de cercle régulier avec les faisceaux inférieurs, cette situation est à peine anormale; elle l'est davantage si les faisceaux se placent en dedans de l'arc inférieur, et elle l'est tout à fait s'ils se placent isolés et indépendants en apparence dans un cercle formé par les autres faisceaux.

» Dans la tige, tout faisceau placé à la face interne des faisceaux du cercle normal, qu'il provienne ou non d'un faisceau ayant eu un trajet dans ce cercle, constitue un faisceau médullaire ou périmédullaire; de même, dans la feuille, tout faisceau placé à la face antérieure (c'est-à-dire interne ou supérieure) de l'arc normal est l'homologue d'un faisceau médullaire de la tige.

» *Conclusions.* — Nous admettons par définition, un peu arbitraire, il est vrai, que les faisceaux de l'arc inférieur de la feuille et du pétiole sont seuls en situation normale, et que, seuls, ils correspondent au cercle libéro-ligneux normal de la tige.

» La région où se différencient plus ou moins tardivement les faisceaux antérieurs est l'homologue de la moelle de la tige : c'est le *péridesme supérieur* de M. Van Tieghem pris dans un sens un peu plus étendu.

» Pour la commodité des descriptions, on peut distinguer les faisceaux placés au-dessus de l'arc libéro-ligneux inférieur et normal en *faisceaux antérieurs* ou supérieurs et en *faisceaux médullaires* proprement dits, ces derniers étant nettement placés dans un cercle de faisceaux, ou dans la concavité d'un arc inférieur.

» Qu'ils soient libériens ou libéro-ligneux, tous ces faisceaux sont des faisceaux ou des fascicules anormalement placés, *péridesmiques supérieurs*, analogues aux faisceaux médullaires de la tige.

» Mais il faut avouer que l'on ne conçoit aucune nomenclature des faisceaux foliaires qui puisse tenir compte de toutes les dispositions intermédiaires et satisfaire complètement l'esprit. »

GÉOLOGIE. — *Les éruptions d'âge secondaire dans l'île de Crète.* Note de M. L. Cayeux, présentée par M. Marcel Bertrand.

« J'ai observé dans l'île de Crète une série éruptive secondaire d'un grand intérêt, en raison de la grande variété de roches qu'elle comporte. L'étude microscopique de ces roches est à peine ébauchée et leur examen chimique reste à faire. Si incomplète que soit encore leur connaissance, il est déjà permis d'entrevoir la place importante qu'elles sont destinées à prendre dans les éruptions des temps secondaires en Europe.

» La série de ces roches (¹) comprend :

Granite à biotite, microgranite, pegmatite; syénite à amphibole; diorite, diorite quartzifère, diorite ophitique, épidiorite; diabase ophitique, diabase-porphyrite, spilite, tufs de porphyrite; gabbro; norite; péridotites avec deux variétés, lherzolite, harzburgite et une troisième non en place, la picrite; serpentine à bronzite et bastite, etc., amphibololithe non en place (²).

» Dans cette liste, qui n'est peut-être pas encore complète, figurent des roches de profondeur très dominantes, des filons ou dykes et des roches d'épanchement très fréquentes avec produits de projection. Aucun des massifs intrusifs ne montre sa base; on n'est donc pas autorisé à les ranger dans la catégorie des laccolites.

» Toutes ces roches éruptives sont secondaires. Cette notion d'âge se déduit de la considération des phénomènes de métamorphisme qu'elles ont produit, des relations mutuelles des filons, de la présence de galets de plusieurs de ces roches et de produits de projection dans des assises sédimentaires bien définies. *Exemples :* le granite qui gît en dôme dans les terrains secondaires est représenté par des galets dans ces mêmes terrains. Des filons de microgranite coupent des dykes de diorite et ceux-ci traversent des masses de serpentine à bronzite, etc.; le microgranite et la serpentine se trouvent en galets dans le Jurassique supérieur, etc.

» La grande activité éruptive qui a produit tous les types de roches énumérés plus haut remonte, au moins en partie, au Jurassique supérieur. L'âge jurassique est, en effet, démontré avec rigueur pour des représen-

(¹) Les roches éruptives du trias métamorphique ne sont pas comprises dans cette série.

(²) Plusieurs de ces roches ont été mentionnées par M. Raulin.

tants de toutes ces roches, mais il est possible que cette activité ait duré jusqu'au Crétacé inférieur et qu'il y ait récurrence d'un ou plusieurs types. Il existe, en effet, des gisements isolés de roches basiques dans des terrains sans fossiles, qui pour le moment peuvent être rattachés avec autant de raison à l'Infracrétacé qu'au Jurassique.

» La succession chronologique des éruptions me paraît être la suivante :

» Gabbro, norite, péridotite et serpentine ;

» Diorite et syénite ;

» Granite, microgranite.

» Je n'ai pu déterminer avec certitude le rang que les éruptions de diabase et de porphyrite doivent occuper dans la série. Quoi qu'il en soit, des types basiques précèdent les émissions acides, comme c'est le cas assez général pour les éruptions paléozoïques.

» Ces roches éruptives font toutes partie de la grande masse de terrains que j'ai rapportés au Jurassique supérieur et à l'Infracrétacé et qui chevauchent sur le Crétacé supérieur et le Nummulitique. Quelques coupes d'un vif intérêt montrent les roches éruptives de la nappe de recouvrement d'âge secondaire, reposant directement sur les calcaires du Crétacé supérieur et du Nummulitique. *Ces roches éruptives métamorphisent les terrains supérieurs dans lesquels elles sont incluses, et laissent absolument intacts les terrains plus récents sur lesquels elles reposent.*

» Les rapports entre les phénomènes éruptifs de l'île de Crète et la chaîne qui doit surgir à l'époque tertiaire sont intéressants à considérer. Ainsi que je l'ai noté antérieurement, le Jurassique supérieur et l'Infracrétacé forment une série puissante d'au moins 4000^{m}. On voit donc sur le parcours de l'arc dinaro-taurique, comme dans les Alpes, le phénomène orogénique se préparer à partir du Jurassique par l'accumulation d'une grande masse de sédiments. Une pareille épaisseur implique un affaissement graduel du bassin de sédimentation. D'où il résulte que les éruptions de l'île de Crète sont non pas consécutives d'un soulèvement, comme c'est le cas général, mais de mouvements d'affaissement localisés sur l'emplacement de la future chaîne. En un mot, elles sont intimement liées à l'approfondissement et au remplissage du géosynclinal dans lequel s'élaborent les matériaux de la chaîne, et elles sont nettement antérieures à la surrection de celle-ci.

» Dès le Jurassique, la Méditerranée orientale correspond à une zone faible de l'écorce, douée d'une extrême mobilité et destinée à devenir le théâtre d'importantes dislocations et de fréquentes éruptions. Les grands

effondrements quaternaires de la mer Égée, l'activité éruptive qui s'est prolongée jusqu'à nos jours et les tremblements de terre de l'archipel grec ne représentent, en somme, que les derniers épisodes connus de phénomènes dont les premières manifestations remontent aux temps jurassiques. »

GÉOLOGIE. — *Le dévonien inférieur de la région de la Kosva* (*Oural du Nord*). Note de MM. **L. Duparcq**, **L. Mrazec** et **F. Pearce**, présentée par M. Michel Lévy.

« Le dévonien inférieur dans la région de la Kosva est encore peu connu; les seuls renseignements que nous possédons sont dus à MM. Krasnopolsky et Krotow, mais la rareté des affleurements que l'on rencontre, ainsi que l'insuffisance des observations que l'on peut faire le long des principaux cours d'eau, rendent ces renseignements forcément incomplets. Nous avons eu l'occasion d'étudier d'une manière très détaillée la structure de la grande bande dévonienne de la Kosva par une série de dix lignes transversales de puits, échelonnées sur une longueur de 75^{km} environ. La plus longue de ces lignes, dirigée E.W., mesurait 22^{km}; la disposition adoptée pour ces lignes permettait de recouper plusieurs fois toute la formation. Les observations fournies par les puits ont été complétées par le relevé exact de tous les affleurements le long de la Kosva et de ses tributaires. La bande dévonienne dont il s'agit est limitée à l'ouest par les formations du carbonifère, à l'est par la zone dite des *quartzites* et *conglomérats cristallins* dont le terme inférieur est représenté par les quartzites blancs et compacts de l'Aslianka ou les conglomérats quartzeux de l'Ostry, du Tscherdinsky, etc. En prenant comme limite inférieure ces quartzites qui constituent l'ossature des voûtes anticlinales de ladite zone, on distingue de l'est à l'ouest les formations suivantes :

» 1. *Zone des quartzites schisteux en plaquettes.* — Elle comprend une série de roches quartzeuses plus ou moins micacées ou chloriteuses, à grain généralement fin, de couleur verdâtre, grisâtre, etc., avec facies d'altération de couleur rosée. Ces roches schisteuses viennent immédiatement à l'ouest des quartzites inférieurs qui forment le flanc occidental de l'anticlinal de l'Aslianka; elles ont très probablement pour équivalent les formations détritiques plus ou moins séricileuses que nous avons trouvées dans les synclinaux situés à l'intérieur de la zone des quartzites et conglomérats cristallins. Ces quartzites schisteux s'étendent sur une largeur de 2^{km} à $2^{km},5$ et forment une série de plis à faible rayon de courbure avec froissements secondaires.

» 2. *Zone des schistes argileux séricitiques.* — Elle mesure là $1^{km},5$ environ; elle est formée par des schistes argileux phylladéens de couleur grisâtre, jaunâtre ou verdâtre, parfois légèrement rubannés, presque toujours un peu séricitiques, avec facies plus quartziteux.

» 3. *Zone des schistes noirs.* — Elle est représentée par des schistes noirs, charbonneux, plus ou moins phylliteux, avec certains facies gréseux toujours chargés de très petites lamelles de mica. Ces schistes deviennent parfois grisâtres ou verdâtres, les deux variétés comportent des intercalations de bancs de quartzites de couleur foncée, quelquefois cependant blanche; puis des conglomérats à ciment gréseux avec galets de quartzites, plus rarement de diabases. Dans le voisinage du pointement granitique de Troïtsk ces conglomérats renferment des cailloux de porphyre, et les quartzites sont du type arkose. La largeur de cette bande est de 2^{km} environ.

» 4. *Zone des schistes argileux gris verdâtre.* — Elle comprend des schistes plus ou moins séricitiques, des schistes argileux rubannés, des argiles schisteuses, puis certains facies gréseux. Cette zone très puissante en certains endroits mesure jusqu'à 4^{km}.

» 5. *Zone des quartzites et grès feldspathiques.* — Elle est représentée par des quartzites de couleur grise, avec petites inclusions graphitiques, puis par des grès de couleur jaune ou brune, toujours très décomposés et chargés d'oxyde de fer. Dans son plus grand développement, elle mesure 5^{km}.

» 6. *Zone des grès verts et des schistes argileux.* — Elle est formée par des grès verts à grain fin, qui alternent avec des schistes argileux verdâtres ou jaunâtres, voire même des argiles schisteuses assez semblables aux formations de la zone n° 4. Cette zone très puissante mesure 14^{km} de largeur.

» Les différentes formations indiquées sont en général fortement froissées, le plongement des couches se fait presque toujours vers l'est sous des angles voisins de 90°, le plongement ouest s'observe cependant, mais il est beaucoup plus rare. Il est évident que les plis qui affectent la formation dévonienne sont fortement comprimés et déjetés vers l'ouest.

» Au point de vue stratigraphique, l'absence de fossiles dans ces différentes formations ne permet guère d'en indiquer la succession chronologique, néanmoins nous pensons que les quartzites en plaquettes forment la base, et que l'horizon des schistes noirs vient immédiatement au-dessus. Nous avons en effet observé la superposition directe des quartzites schisteux sur les quartzites compacts de l'Aslianka, puis celle des schistes noirs sur les quartzites schisteux, et enfin celle des schistes argileux gris verdâtre sur les schistes noirs. Quant aux zones qui viennent plus à l'ouest, la succession reste problématique. Nous pensons cependant que les quartzites et grès feldspathiques sont inférieurs aux schistes argileux gris verdâtre et aux grès verts, qui constituent probablement la partie supérieure de la formation. Il est à remarquer que dans la région occidentale de la bande

dévonienne de la Kosva, on ne voit jamais réapparaître les facies développés dans la partie orientale, tandis que dans la zone des schistes chloriteux et séricitiques qui vient à l'est de celle des quartzites et conglomérats cristallins, nous avons à plusieurs reprises trouvé des schistes noirs surmontés de schistes verdâtres analogues à ceux de la zone n° 4, pincés sans doute en synclinaux aigus. Ici se pose la question de savoir si les quartzites et conglomérats cristallins séparés du dévonien inférieur sur la Carte géologique russe ne rentrent cependant pas dans cette formation. Nos observations tendraient à confirmer cette manière de voir, nous les développerons dans une prochaine Note; de toute façon le dévonien inférieur possède dans la région une épaisseur colossale et représente un véritable flysch paléozoïque. »

GÉOLOGIE. — *Sur les failles du Poitou, entre Parthenay, Niort et Poitiers.* Note de M. **Jules Welsch**, présentée par M. Michel Lévy.

« Depuis plusieurs années je poursuis l'étude des plissements et des dislocations que montre le Massif ancien de la Vendée et des Deux-Sèvres à sa jonction avec les dépôts jurassiques du Seuil du Poitou. Les levés que j'ai eu l'occasion d'effectuer, grâce à la bienveillance de M. Michel Lévy, pour le Service de la Carte géologique détaillée, sur la feuille de Niort au $\frac{1}{80000}$, m'ont donné un certain nombre de résultats intéressants, en particulier pour la région comprise entre Poitiers, Parthenay et Niort.

» On y voit souvent les failles, remarquablement linéaires, du Massif ancien se continuer au sud-est dans les terrains secondaires du Poitou.

» Le prolongement du Massif vendéen dans les Deux-Sèvres présente surtout des schistes plus ou moins cristallins, avec de la granulite au nord-est, et même, quelquefois, un peu de granite entre les deux. Au-dessus, on trouve souvent des assises représentant la partie supérieure du Lias moyen, surmontées du Lias supérieur et de dépôts tertiaires; ceci est le cas pour la région de Parthenay à Allonne et Menigoute. Plus au sud, à partir de la Boissière-en-Gatine et de Saint-Georges-de-Noisné, on voit se développer les grès calcaires du Lias moyen, avec le Calcaire caillebotine du Lias inférieur et des Calcaires jaune-nankin, que je considère comme hettangiens. Quelquefois, on voit encore au-dessous des sables quartzeux qui constituent alors le terrain secondaire le plus ancien de la région.

» Les schistes anciens sont redressés presque verticalement, mais les terrains jurassiques sont toujours peu inclinés, presque horizontaux, quoique à des altitudes différentes. L'étude des bancs les plus inférieurs du Lias montre que la surface des roches anciennes était une *pénéplaine* au moment de leur dépôt. Ces terrains buttent par

failles contre les roches cristallines et le long des failles, ils se relèvent quelquefois formant un retroussement.

» On peut reconnaître une série de failles, de direction sud-armoricaine, dirigées nord-ouest ou ouest-nord-ouest, qui découpent la région en une suite de bandes de terrains ou *voussoirs*, dont quelques-uns portent des couches du Lias. Ces bandes sont alignées, par conséquent, vers nord-ouest ou ouest-nord-ouest; d'une façon générale, chaque zone s'abaisse progressivement au sud-est, vers la partie méridionale du Seuil du Poitou.

» 1° *Faille de Vasles.* — La lèvre affaissée est au nord-est; le rejet atteint probablement 100^{m}. La faille se voit nettement dans la topographie de la région.

» Au sud-est, cette faille est en relation avec les cassures de Lusignan et avec la faille qui passe au nord du *horst* de Champagné-Saint-Hilaire (feuille de Poitiers), pour aller rejoindre la faille de la Brunetière et Availles-Limousine. Sur le prolongement se trouvent les filons de quartz indiqués par Mallard et M. de Launay, jusqu'au sud-ouest de la montagne de Blond (feuille de Confolens). Il y a là l'indication d'une fente presque rectiligne du globe terrestre, dépassant 100^{km}.

» *Voussoir synclinal du Fouilloux à Saint-Pardoux.* — Au sud-ouest de la faille de Vasles commence la crête anticlinale de Saint-Martin-du-Fouilloux; c'est le rebord d'un plateau qui s'abaisse régulièrement au sud-ouest, en supportant du Lias moyen et du Lias supérieur, avec des couches tertiaires, pour se relever ensuite vers la forêt de la Saisine et Saint-Pardoux.

» 2° *Faille de Saint-Pardoux à Saint-Lin, la Robinière, etc.* — Elle est dirigée nord-ouest, plutôt nord-50° ouest. C'est une faille, quelquefois anticlinale, qui forme à peu près la séparation des eaux de la Loire et de la Sèvre niortaise. La lèvre affaissée est au sud-ouest.

» *Synclinal calcaire d'Allonne, la Boissière, Mazières, Verruyes, Saint-Georges-de-Noisné.* — La faille de Saint-Pardoux et celle de Mazières délimitent une bande de Lias, large de 4^{km} à 5^{km}, qui se dirige nord-ouest, puis ouest-nord-ouest, au milieu des schistes anciens.

» 3° *Faille de Mazières et de Saint-Rémy.* — En ce dernier point, on voit nettement le Lias, qui est effondré au nord-est, butter contre les schistes anciens; il en est de même à Danzay, la Garandelière, etc.

» *Voussoir anticlinal de l'Arpatéreau.* — Les schistes forment ensuite un *horst* qui se termine en coin au sud-est, au milieu des assises liasiques effondrées. C'est au milieu de cette zone de schistes que se trouve la bande de *porphyroïde* qui va de Saint-Marc-la-Lande vers la Châtaigneraie (feuille de la Roche). Je considère ce voussoir de l'Arpatéreau comme étant le commencement de l'axe des schistes de la Gâtine et du Bocage.

» 4° *Faille de Chapelle-Baton.* — Elle est nettement dirigée ouest-nord-ouest, avec lèvre affaissée au sud. On peut la suivre sur plusieurs kilomètres, depuis le nord de Champdeniers jusqu'au nord de Saint-Maixent; on voit toujours les diverses assises du Lias butter contre le voussoir précédent des schistes anciens. Le rejet vertical dépasse souvent 100^{m}.

» *Synclinal de Champdeniers, Saint-Christophe à Saint-Maixent.* — Entre la faille de Chapelle-Baton et la faille anticlinale de Cherveux se trouve une bande de

couches calcaires, large de 8^{km}, formant un synclinal plus ou moins profond avec toutes les assises du Lias, le Bajocien et même la partie inférieure du Bathonien. Cette bande synclinale est la continuation tectonique du bassin houiller de Vouvant-Chantonnay.

» 5° *Faille anticlinale du nord de Cherveux.* — Dans la tranchée de la Carte, au nord de la gare de Cherveux, M. Alphonse Fournier avait signalé une faille qui montre le Bathonien affaissé au nord, tandis que le Lias supérieur avec le Bajocien se montrent au sud et plongent en sens contraire du Bathonien. J'ai suivi cette faille à ouest-nord-ouest, au sud du pont Saint-James et Sainte-Ouenne.

» Au sud de la faille anticlinale de Cherveux, vient le bassin synclinal de la Crèche avec du Callovien, et un nouvel axe anticlinal dans les couches jurassiques.

» *Age relatif des dislocations.* — Il est difficile à établir par suite de la rareté des fossiles, en dehors du Lias supérieur; il n'est pas le même pour toutes les failles.

» Certaines dislocations des terrains secondaires et tertiaires se trouvent souvent sur le trajet d'anciennes fentes des terrains primaires, fentes qui ont été remplies par des filons de quartz blanc. Ces fentes ont rejoué vers la fin du Lias moyen; il y a eu sortie d'émanations qui ont donné des cristaux de quartz, galène, barytine, fluorine, etc., ces émanations ne se sont pas prolongées pendant le Lias supérieur.

» On peut constater que certaines failles sont postérieures aux Marnes et Calcaires lacustres du Poitou, que je rapporte à l'Éocène moyen; exemple : la faille de Chambrille. De plus, cette faille est antérieure au terrain de transport des plateaux, d'âge pliocène.

» La faille de Vasles est certainement postérieure à ce terrain de transport des plateaux; elle est donc relativement récente. »

M. **Raphaël Dubois** adresse une Note « Sur le mode de production de l'électricité dans les êtres vivants ». Il rappelle, dans cette Note, la *Théorie électrozymasique* dont il est l'auteur, et les expériences qu'il a fait connaître dans diverses publications.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

M. **L. Crelier** adresse une Note « Sur les rayons rectangulaires des faisceaux homographiques ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 février 1903.
(Suite.)

The fundamental theorem of chemistry, by Edward Beckham. Philadelphie, s. d.; 1 feuille in-8°.

The athermatic theory, of the derivation and conservation of solar energy, by Edward Beckham. Philadelphie, 1903; 1 feuille in-8°.

The requirements of machine tool operation with special reference to the motor drive, by Charles Day. New-York, 1903; 1 fasc. in-8°.

Report of the Superintendent of the United States naval Observatory, for the fiscal year ending june 30, 1902. Washington, 1902; 1 fasc. in-8°.

Jahrbuch des meteorologischen Observatoriums in Zagreb (Agram), für das Jahr 1901; Jahrgang I. Agram, 1902; 1 fasc. in-f°.

Archives des Sciences physiques et naturelles; 107ᵉ année, 4ᵉ période, t. XV, n° 1, 15 janvier 1903. Genève, Lausanne, Paris; 1 fasc. in-8°.

The journal of the Chemical Society; vol. XXV, n° 1, january, 1903. Easton, Pa.; 1 fasc. in-8°.

Laws Observatory University of Missouri; bulletin n° 1. Columbia, Missouri, 1902. 1 fasc. in-4°.

The physical Review, a journal of experimental and theorical Physics; vol. XVI, number 1, january 1903. New-York, Londres, Berlin; 1 fasc. in-8°.

Bericht der deutschen Chemischen Gesellschaft; Jahrg. XXXVI, 1903, n° 1. Berlin; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou; année 1902, nᵒˢ 1 et 2. Moscou, 1902; 1 fasc. in-8°.

Atti della Reale Accademia dei Lincei; anno CCC, 1903, serie V. *Rendiconti, Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali*; vol. XII, fasc. 1, 4 gennaio 1903. Rome; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 février 1903.

Exposition universelle internationale de 1900 : *Rapport général administratif et technique*, par Alfred Picard, Membre de l'Institut, Commissaire général; t. I. Paris, Imprimerie nationale, 1902; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Histoire de la Maison d'Estouteville en Normandie, par Gabriel de la Morandière, précédée de *Notes descriptives sur la Contrée de Valmont*, par O. Lannelongue, Membre de l'Institut. Paris, Ch. Delagrave, 1903; 1 vol. in-4°. (Offert en hommage par M. Lannelongue.)

Électricité médicale, par Jean Bergonié. (Exposition universelle internationale de 1900. Rapport du Jury international; 27ᵉ Classe : Applications diverses de l'Élec-

tricité, 2e Partie.) Paris, Imprimerie nationale, 1902; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Mélanges de Médecine et de Chirurgie, par J.-L. Rouis. Paris-Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur un Manuscrit d'un cours de J.-N. Delisle au Collège royal, par Ernest Lebon. Paris, Delalain frères, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les courants de l'Atlantique nord et du golfe de Gascogne, par Charles Bernard. Paris, Masson et Cie, 1903; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Trois Opuscules sur la *Question sociale, la nature de l'Électricité, le Système du Monde,* par C. Reuille. Tours, 1902, et Nancy, 1903; 3 fasc. in-12.

Association française pour l'avancement des Sciences. Conférences de Paris. Compte rendu de la 31e *session.* 1re Partie : *Documents officiels; Procès-verbaux.* Paris, 1902; 1 vol. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, t. XV, livraison du 15 janvier 1903, n° 169. Paris, Paul Dupont; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Entomologie de France, 1903, n° 1. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société de Médecine et de Chirurgie de La Rochelle; 34e année, 1902, n° 1. La Rochelle; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France, publiée sous la direction de M. Ernest Olivier; 16e année, janvier 1903, n° 181. Moulins, E. Auclaire; 1 fasc. in-8°.

Bibliographie mensuelle des Sciences et de l'Industrie; 5e année, janvier 1903, n° 51. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 fasc. in-4°.

Mont Pelé and tragedy of Martinique, a study of the great catastrophes of 1902, *with observations and experiences in the field,* by Angelo Heilprin, illustrated with photographs largely taken by the author. Philadelphie et Londres, J.-B. Lippincott, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le problème de la navigation aérienne sous un nouveau point de vue, par César von Daeltar. Genève, 1903; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 12 janvier 1903.)

Note de M. *Maurice Leriche,* Les Poissons du Paléocène belge :

Page 104, ligne 6, *au lieu de* Bronni? Rutoti, *lire* Bronni, ?Rutoti.
Page 105, ligne 6, *au lieu de* Amya, *lire* Amia.

(Séance du 26 janvier 1903.)

Note de M. *Maurice Leriche,* Sur l'existence d'une communication directe entre les Bassins parisien et belge, à l'époque yprésienne :

Page 258, ligne 21, *au lieu de* Cuises, *lire* Cuise.
Même page, à la suite de la ligne 26, *ajouter :* , à l'époque yprésienne, .

(Séance du 2 février 1903.)

Note de M. *P. Carré,* Sur l'éthérification de la mannite par l'acide phosphorique :

Page 307, ligne 4, *au lieu de* $61^g,5$, *lire* $70^g,2$.
Même page, ligne 6, *au lieu de* $57^g,5$, *lire* $66^g,7$.
Page 308, ligne 3, *au lieu de* mannite, *lire* mannide.

(Séance du 16 février 1903.)

Note de M. *P. Carré,* Action de l'acide phosphorique sur l'érythrite :

Page 457, ligne 14, *au lieu de* $POO^2BaOC^3H^7O^2.H^2O$, *lire* $POO^2BaOC^4H^7O^2.H^2O$.
Même page, ligne 30, *au lieu de* $PO(OH)^2OC^3H^7O^2$, *lire* $PO(OH)^2OC^4H^7O^2$.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MARS 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve la nomination de M. *Robert Koch* comme Associé étranger, en remplacement de M. Virchow.

Il est donné lecture de ce Décret.

MÉTÉOROLOGIE. — *La tempête du* 2 *mars* 1903. Note de M. **Mascart**.

« Toutes les côtes de France, du golfe de Gascogne à la mer du Nord, et même dans les parages de la Méditerranée, subissent aujourd'hui l'une des plus violentes tempêtes qui aient été observées. Depuis quelques mois, nous recevons chaque jour des Açores une dépêche météorologique qui fournit les renseignements les plus utiles sur l'état de l'atmosphère en plein océan Atlantique et permet d'améliorer les avis en prévision du temps, au moins dans les limites que permettent nos connaissances actuelles. Le Gouvernement portugais a organisé en effet dans les Açores un service météorologique et magnétique, dirigé, avec la plus grande habileté, par M. le Capitaine Chaves.

» Je suis très heureux de profiter de cette circonstance pour signaler le précieux concours que nous apporte le service portugais des Açores.

» Ce matin, à 7^h, la hauteur du baromètre était de 775^{mm} à Horta (Açores), par temps calme, et tombait à 725^{mm} sur la côte nord d'Irlande, ce qui fait une différence de 50^{mm} entre les deux stations. Le gradient

barométrique dans l'intervalle atteint donc une valeur exceptionnelle et suffit à expliquer la violence du vent. On l'éprouve à un degré moindre dans l'intérieur des terres, mais les régions élevées y sont plus exposées. Au sommet de la tour Eiffel, la vitesse du vent était, cette nuit, voisine de 40^m par seconde.

» Je crois devoir ajouter que la tempête actuelle et celles des jours précédents ont été annoncées par les signaux, assez à temps pour prévenir nos populations maritimes. »

OPTIQUE. — *Sur l'absorption de la lumière : 1° par un corps, naturellement hétérotrope, auquel un champ magnétique assez intense imprime un fort pouvoir rotatoire; 2° par un corps isotrope, qu'un tel champ rend à la fois biréfringent et dissymétrique.* Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. On a vu, dans une Note du 2 février (*Comptes rendus*, p. 272), que l'absorption de la lumière par les corps translucides, et même leur pouvoir rotatoire magnétique, peuvent s'expliquer en adjoignant (par analogie avec ce qui se passe dans les brèves oscillations d'un fluide autour d'un solide immergé) à la résistance principale, fonction linéaire des accélérations ξ'', η'', ζ'' de l'éther, qu'opposent les molécules pondérables aux vibrations de celui-ci, et qui a ses coefficients à peu près indépendants de la période vibratoire, deux petites résistances supplémentaires, fonctions linéaires des vitesses ξ', η', ζ', et à coefficients très dépendants, au contraire, de la période. L'une d'elles, à coefficients généralement faibles, et qui, expliquant l'absorption, peut être qualifiée de *frottement*, est *symétrique* comme la résistance principale, c'est-à-dire que ses trois composantes suivant les axes sont les dérivées partielles en ξ', η', ζ' d'une *fonction* homogène, du second degré, de ξ', η', ζ', comme les composantes analogues de la résistance principale sont les dérivées en ξ'', η'', ζ'' d'un *potentiel* fonction homogène, du même degré, de ξ'', η'', ζ''. L'autre partie, dont les trois composantes ont respectivement les formes $f\eta' - e\zeta'$, $-f\xi' + d\zeta'$, $e\xi' - d\eta'$, est *dissymétrique* et rend compte du pouvoir rotatoire magnétique des corps.

» La résistance principale, en ξ'', η'', ζ'', et le *frottement*, en ξ', η', ζ', admettent, *séparément*, un système d'axes rectangles coordonnés, dits *principaux*, qui y rend monomes, en ξ'', η'', ζ'' ou en ξ', η', ζ', les trois composantes, et pour lequel, par conséquent, leurs expressions ne comportent

que *trois* coefficients, au lieu de *six*. Quant à la résistance dissymétrique, elle admet un *axe d'asymétrie* $\varphi = \sqrt{d^2 + e^2 + f^2}$, orienté suivant la direction (d, e, f), constituant un *axe d'isotropie* autour duquel une rotation quelconque des coordonnées ne change rien à l'expression des composantes.

» Écartant, dans ma Note citée du 2 février, le cas le plus général, j'ai admis la *coïncidence*, en direction, *des axes principaux, pour les deux parties symétriques de la résistance;* ce qui m'a donné les équations (2) de mouvement (p. 273). Mais je n'ai abordé que les cas particuliers les plus simples, notamment ceux que concernaient les remarquables expériences de M. Quirino Majorana à l'occasion desquelles m'est venue l'idée de cette étude. Je me propose aujourd'hui de traiter plus complètement la question.

» II. Prenons l'équation (8) en L, M, N (p. 273) sous la forme, que l'on reconnaît aisément revenir au même,

$$(10) \qquad \left\{ \begin{aligned} & L^2 VW + M^2 WU + N^2 UV \\ & \qquad + P^2 - D^2 U - E^2 V - F^2 W - UVW = 0; \end{aligned} \right.$$

et différentions-la, en y faisant L, M, N, A, B, C, égaux d'abord à l, m, n, a, b, c, puis croissants de δL, δM, δN, δA, δB, δC. Si δU, δV, δW sont les variations simultanées des expressions (6) de U, V, W (p. 273), il viendra

$$(11) \quad (m^2 W + n^2 V - D^2 - VW)\delta U + \ldots + 2(lVW + DP)\delta L + \ldots = 0.$$

» Or le coefficient de δU, dans cette relation, est, d'après l'équation (10) spécifiée pour les valeurs l, m, n, a, b, c de L, M, N, A, B, C, le quotient, par $-U$, de $l^2 VW + P^2 - E^2 V - F^2 W$. Vu d'ailleurs les expressions de $\delta U, \ldots$, et si l'on remplace D, E, F, P par $-\frac{(d, e, f, p)}{k}\sqrt{-1}$, où p désigne le trinome $dl + em + fn$, l'équation (11) devient aisément

$$(12) \quad \left[K'l - \left(\frac{l}{U} - \frac{dp}{k^2 UVW}\right)\right]\delta L + \ldots + \left(\frac{l^2}{U^2} - \frac{p^2 - e^2 V - f^2 W}{k^2 U^2 VW}\right)\frac{\delta A}{a^3} + \ldots = 0,$$

où K′ désigne la somme

$$(13) \qquad K' = \left(\frac{l^2}{U^2} - \frac{p^2 - e^2 V - f^2 W}{k^2 U^2 VW}\right) + \left(\frac{m^2}{V^2} - \ldots\right) + \left(\frac{n^2}{W^2} - \ldots\right).$$

» Si, maintenant, l'on remplace $\delta(L, M, N, A, B, C)$ par leurs valeurs

$-\frac{f}{k}(\lambda, \mu, \nu)\sqrt{-1}$ et $\frac{\sqrt{-1}}{k}(a^3 a', b^3 b', c^3 c')$; que, d'ailleurs, on appelle H, I, J les trois nombres, de somme 1,

$$(14)\quad H = \frac{1}{K'}\left(\frac{l^2}{U^2} - \frac{p^2 - e^2 V - f^2 W}{k^2 U^2 VW}\right), \quad I = \frac{1}{K'}\left(\frac{m^2}{V^2} - \ldots\right), \quad J = \frac{1}{K'}\left(\frac{n^2}{W^2} - \ldots\right);$$

et que, d'une part, l_1, m_1, n_1 expriment les trois cosinus directeurs

$$(15)\quad \begin{cases} l_1 = \frac{1}{\sqrt{K_1}}\left(\frac{l}{U} - \frac{dp}{k^2 UVW}\right), \quad m_1 = \frac{1}{\sqrt{K_1}}\left(\frac{m}{V} - \frac{ep}{k^2 VWU}\right), \quad n_1 = \frac{1}{\sqrt{K_1}}\left(\frac{n}{W} - \frac{fp}{k^2 WUV}\right), \\ \text{où} \\ K_1 = \left(\frac{l}{U} - \frac{dp}{k^2 UVW}\right)^2 + \left(\frac{m}{V} - \ldots\right)^2 + \left(\frac{n}{W} - \ldots\right)^2. \end{cases}$$

que, d'autre part, V_1 désigne l'angle de cette direction (l_1, m_1, n_1) avec celle, (λ, μ, ν), de la normale aux plans d'égale amplitude, comme V'' désigne l'angle de la normale aux ondes avec cette même normale aux plans d'égale amplitude, il viendra facilement, pour le coefficient f d'absorption, la formule

$$(16)\quad f = \omega \frac{Ha' + Ib' + Jc'}{\cos V'' - \frac{\omega\sqrt{K_1}}{K'}\cos V_1}.$$

» III. On reconnaît aisément que, si les coefficients d'asymétrie d, e, f s'annulent, K_1, K' se confondront avec la quantité K de ma première Note (p. 198), la direction (l_1, m_1, n_1) avec celle, (l', m', n'), de la vibration, H, I, J avec l'^2, m'^2, n'^2, et que, enfin, f prendra bien la forme (16) obtenue dans cette Note (p. 199). En y négligeant l'angle, toujours fort petit dans la nature, de la vibration avec le plan de l'onde, cette formule devient

$$(17)\quad f = (\text{sensiblement})\ \frac{\omega}{\cos V''}(a'l'^2 + b'm'^2 + c'n'^2).$$

» En réalité, les coefficients d'asymétrie d, e, f seront toujours faibles, ainsi que la biréfringence (comparable aux inégalités relatives de a, b, c); et, U, V, W étant alors censés très petits du premier ordre, K', K_1 seront très grands du second. La formule (16) se réduira donc toujours, pratiquement, à

$$(18)\quad f = (\text{sensiblement})\ \frac{\omega}{\cos V''}(Ha' + Ib' + Jc');$$

et les expressions (14) de H, I, J pourront s'évaluer en y négligeant, ainsi que dans l'équation aux vitesses ω de propagation déduite de (10), les termes du *troisième* ordre, savoir $-\mathrm{d}^2\mathrm{U}$, $-\mathrm{e}^2\mathrm{V}$, $-\mathrm{f}^2\mathrm{W}$, $-\mathrm{D}^2\mathrm{U}$, $-\mathrm{E}^2\mathrm{V}$, $-\mathrm{F}^2\mathrm{W}$, $-\mathrm{UVW}$ (1).

» En particulier, *sous l'incidence normale* (où l'angle V″ s'annule), *le coefficient d'extinction f est le produit de la vitesse de propagation* ω *par le trinome* $\mathrm{H}a' + \mathrm{I}b' + \mathrm{J}c'$, *expression d'une certaine moyenne entre les trois coefficients de frottement* a', b', c'.

» IV. Supposons maintenant a, b, c égaux, ou *insensible la biréfringence proprement dite du corps, comparativement au pouvoir rotatoire magnétique* représenté par d, e, f. Ce sera le cas opposé à celui, qui a donné la formule (17), d'un cristal symétrique.

» Observons d'abord que notre hypothèse de la coïncidence des axes principaux, pour les deux parties *symétriques* de la résistance fonctions, l'une, des accélérations de l'éther, l'autre, de ses vitesses, s'y trouvera vérifiée. Car la supposition $c = b = a$ rendant principaux, pour la première partie, tous les systèmes rectangulaires d'axes, rien n'empêche de choisir effectivement celui d'entre eux que constituent les axes principaux mêmes de la seconde partie.

» On aura donc $\mathrm{W} = \mathrm{V} = \mathrm{U}$; et l'équation (10) donnera, à très peu près, $k^2\mathrm{U}^2 = a^2\mathrm{p}^2$. Dès lors, H, I, J deviendront proportionnels à $1 - a^2 l^2$, $1 - a^2 m^2$, $1 - a^2 n^2$, c'est-à-dire, très sensiblement, aux carrés des sinus des trois angles α, β, γ de la normale aux ondes avec les x, y, z. Ces carrés ayant 2 pour somme, H, I, J seront les moitiés de $\sin^2(\alpha, \beta, \gamma)$; et la formule (18) deviendra

$$f = (\text{sensiblement}) \frac{\omega}{\cos \mathrm{V}''} \, \frac{a' \sin^2\alpha + b' \sin^2\beta + c' \sin^2\gamma}{2}. \tag{19}$$

» Voici comment on peut la ramener au type (17), en y introduisant, conformément au sentiment de Fresnel un peu généralisé, les cosinus directeurs *successifs* l', m', n' soit du déplacement total (ou *élongation*) (ξ, η, ζ), soit de la vitesse vibratoire (ξ', η', ζ').

» Les trajectoires de l'éther sont alors, *sensiblement*, des cercles décrits

---

(1) Il ne serait pas difficile de reconnaître que le dénominateur de l'expression exacte (16) de f représente, à un facteur près indépendant de l'orientation des plans d'égale amplitude, le cosinus de l'angle fait par la normale à ces plans avec le rayon lumineux, angle dont V″ diffère peu.

d'un mouvement uniforme, sur les plans d'onde, autour des situations d'equilibre. Cela posé, appelant, par exemple, l', m', n' les cosinus directeurs, à l'époque t, de l'élongation (ξ, η, ζ), mesurons l'*azimut* θ de celle-ci à partir de la projection de l'axe des x sur le plan de l'onde. L'angle dont l' désigne le cosinus sera la face hypoténuse d'un trièdre rectangle ayant pour faces de son dièdre droit θ et le complément de α; en sorte qu'on aura

$$l' = \sin\alpha\cos\theta, \qquad l'^2 = \sin^2\alpha\cos^2\theta,$$

et, pour valeur moyenne de l'^2 durant une période, le produit de $\sin^2\alpha$ par la moyenne, $\frac{1}{2}$, de $\cos^2\theta$. Donc, les moitiés de $\sin^2(\alpha, \beta, \gamma)$ sont les valeurs moyennes de l'^2, m'^2, n'^2; et, en désignant celles-ci par le symbole $\mathfrak{M}$ placé devant la quantité dont on prend la moyenne, la formule (19) peut s'écrire

$$(20) \qquad f = (\text{sensiblement}) \frac{\omega}{\cos V''}(a'\mathfrak{M}.l'^2 + b'\mathfrak{M}.m'^2 + c'\mathfrak{M}.n'^2).$$

» On arriverait au même résultat en appelant l', m', n' les cosinus directeurs de la vitesse vibratoire (ξ', η', ζ'), dont la direction sur la trajectoire circulaire est toujours à angle droit par rapport à celle de l'élongation; il y aurait donc simplement à remplacer θ par $\theta \pm \frac{\pi}{2}$.

» Ainsi se trouve confirmée, au moins en partie, la conjecture par laquelle se termine ma Note du 2 février (p. 276).

» V. Considérons enfin le cas d'isotropie dissymétrique autour de l'axe des z, avec biréfringence, qui peut se produire quand un corps naturellement isotrope se trouve placé entre les deux pôles d'un aimant, dont la droite de jonction est prise pour axe des z. On a alors, non seulement $b = a$, $(\mathrm{d}, \mathrm{e}) = 0$, $V = U$, mais aussi $b' = a'$; et, dès lors, dans (18), f est fonction de $H + I$ et J. Or, on déduit de (10), comme équation approchée en ω, si i désigne l'angle de la normale aux ondes avec l'axe des z,

$$(21) \qquad \left(U^2 - \frac{f^2}{k^2}\right)\cos^2 i + UW\sin^2 i = 0,$$

où

$$(U, W) = \frac{1}{\omega^2} - \frac{1}{(a^2, c^2)};$$

et les expressions de $H + I$, J sont proportionnelles à $2U\cos^2 i + W\sin^2 i$

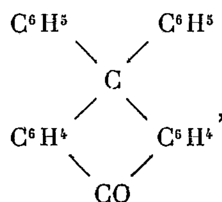
et à $U \sin^2 i$. Il vient, par suite,

$$(22) \quad f = (\text{sensiblement}) \frac{\omega}{\cos V''} \frac{a'(2U\cos^2 i + W\sin^2 i) + c' U \sin^2 i}{U + U\cos^2 i + W\sin^2 i}.$$

» Les formules simples (9) de ma Note du 2 février, pour les deux cas $\left(i = 0,\ i = \frac{\pi}{2}\right)$ d'ondes soit normales, soit parallèles à l'axe d'isotropie, s'en déduisent sans difficulté. On voit que, plus généralement, le coefficient f d'absorption dépend du rapport mutuel de U et W, qui résulte lui-même de l'équation (21) en ω, mais avec deux déterminations distinctes. Je ne m'arrêterai pas à étudier son expression (22) pour les diverses valeurs de i, non plus que les relations qu'elle peut avoir avec le mode approché de polarisation et d'orientation des vibrations dans les plans d'onde : étude que devrait précéder celle, encore à faire, de l'espèce particulière de polarisation elliptique se produisant alors. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation et propriétés des deux tétraalcoyldiamidodiphénylanthrones.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot**.

« Sous le nom de *diphénylanthrone*, nous avons décrit, il y a quelques années [1], un composé $C^{26}H^{18}O$ obtenu par condensation du tétrachlorure de phtalyle dissymétrique avec la benzine en présence du chlorure d'aluminium. Ce composé, dont nous avons ensuite donné plusieurs modes de formation corroborant la formule de constitution que nous lui avions assignée primitivement,



compte actuellement un certain nombre d'homologues et de dérivés parmi lesquels nous citerons la phényltolylanthrone, la ditolylanthrone [2], les dialcoylamidodiphénylanthrones [3]. Ces derniers composés étant colorés,

(1) Haller et Guyot, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XVII, 1897, p. 873.

(2) Guyot, *Thèse* présentée à la Faculté des Sciences de Nancy, 1896, p. 27; *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XVII, p. 982.

(3) Tétry, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1406, et *Thèse* de Nancy, 1901, p. 11.

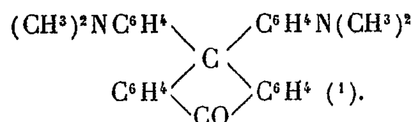
il en résulte que la diphénylanthrone elle-même est un chromogène dont le chromophore est évidemment constitué par le radical —CO— faisant partie du complexe anthracénique.

» On pouvait donc prévoir que la diphénylanthrone serait un chromogène de même nature que l'anthraquinone, mais un chromogène moins énergique, cette dernière renfermant deux groupes cétoniques —CO—.

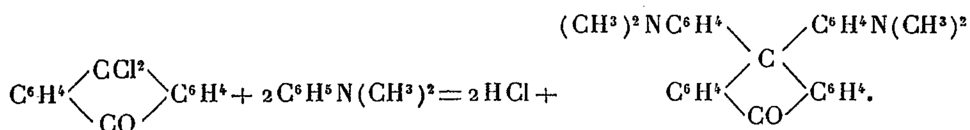
» L'expérience a confirmé ces prévisions. Les amidodiphénylanthrones, comme les amidoanthraquinones, ne sont colorées qu'à l'état de bases libres et forment avec les acides des sels incolores; mais, tandis que les monoamidoanthraquinones sont rouges, les monoamidodiphénylanthrones ne sont que jaunes (Tétry, *loc. cit.*).

» La nature chromogénique de la diphénylanthrone se trouvant ainsi établie, il devenait intéressant de rechercher si l'on n'arriverait pas à des colorants puissants, par l'introduction de plusieurs auxochromes amidés dans la molécule de ce composé; à un autre point de vue, la connaissance de ces polyamidodiphénylanthrones nous semblait également désirable; ces composés nous ont, en effet, servi comme termes de comparaison avec certains colorants nouveaux, sur lesquels nous reviendrons dans une prochaine Communication, colorants qui, par leur composition et leurs modes de formation, pouvaient aussi être envisagés comme étant des amidodiphénylanthrones. C'est dans ce double but que nous avons préparé les deux tétraalcoyldiamidodiphénylanthrones qui font l'objet de cette Note.

» *Tétraméthyldiamidodiphénylanthrone symétrique :*



Ce composé se forme, avec un rendement de 80 pour 100 du rendement théorique, par condensation du chlorure d'anthraquinone avec la diméthylaniline en milieu sulfocarbonique et en présence de chlorure d'aluminium

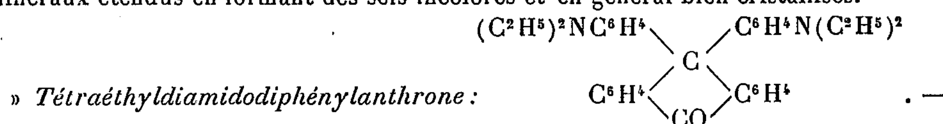


(¹) Nous nous proposons dorénavant de nous conformer à la décision prise, en 1900, par le Congrès de Chimie pure et de substituer, au symbole Az de l'azote, le symbole N adopté par la grande majorité des chimistes.

» Nous n'entrerons pas dans les détails de cette préparation qui ressemble, dans une certaine mesure, à celle qui a permis à M. Tétry d'obtenir sa diméthylamidodiphénylanthrone. Nous ferons seulement remarquer qu'il y a avantage à opérer en présence d'un large excès de diméthylaniline qui s'empare de l'acide chlorhydrique formé dans cette réaction. Il est facile ensuite d'éliminer cet excès de diméthylaniline, en dirigeant un courant de vapeur d'eau, à la fin de l'opération, dans le produit de la réaction repris par l'eau et rendu alcalin.

» La tétraméthyldiamidodiphénylanthraquinone se présente sous la forme de beaux feuillets jaunes, brillants, ressemblant aux cristaux de chloranile, solubles en jaune dans la plupart des véhicules organiques et en particulier dans le chloroforme. Elle cristallise dans la benzine en aiguilles jaunes renfermant 1^{mol} de ce carbure et fondant comme la base libre, à 278°. Bien que renfermant un groupe CO, elle ne se combine ni à la phénylhydrazine, ni à l'hydroxylamine, particularité qui est d'ailleurs commune à toutes les diphénylanthrones étudiées jusqu'à présent. Elle se dissout dans les acides minéraux étendus en formant des sels incolores et en général bien cristallisés.

» *Tétraéthyldiamidodiphénylanthrone :*



. — Ce composé qui s'obtient exactement comme son homologue inférieur avec un rendement supérieur à 90 pour 100 du rendement théorique, par condensation du chlorure d'anthraquinone avec la diéthylaniline, cristallise en fines aiguilles, jaunes et brillantes, fondant à 218°; il est plus facilement soluble que le précédent dans les dissolvants organiques. Nous n'avons pas observé, avec ce composé, la formation, par cristallisation dans la benzine, d'un produit renfermant 1^{mol} de carbure de cristallisation analogue à celui que nous avons signalé pour l'homologue inférieur. Comme ce dernier, il ne réagit ni avec l'hydroxylamine, ni avec la phénylhydrazine, mais forme avec les acides minéraux des sels incolores et généralement bien cristallisés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Une généralisation de l'intégrale de Laplace-Abel.* Note de M. G. MITTAG-LEFFLER.

« Soit $k_0, k_1, k_2, \ldots$, une suite de constantes assujetties à la condition que la limite supérieure des valeurs limites des nombres $\sqrt[\nu]{|k_\nu|}$ soit finie.

» On sait que l'inverse de cette limite supérieure, soit $\frac{1}{r}$, est le rayon du cercle de convergence C de la série $k_0 + k_1 x + k_2 x^2 + \ldots$, qui définit de son côté une fonction analytique, soit $F(x)$. On sait que l'égalité

$$FC(x) = k_0 + k_1 x + k_2 x^2 + \ldots,$$

où $FC(x)$ est la branche de $F(x)$ limité par C, a lieu partout à l'intérieur

de C, tandis que la série $k_0 + k_1 x + k_2 x^2 + \ldots$ diverge pour chaque point à l'extérieur de C.

» Abel a nommé la fonction entière

$$F_1(x) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{k_\nu}{\lfloor \nu} x^\nu$$

la fonction génératrice de $F(x)$, et c'est l'intégrale

$$\int_0^\infty e^{-\omega} F_1(\omega x)\, d\omega$$

qui est l'intégrale de Laplace-Abel. On connaît les profondes recherches de MM. Poincaré et Borel relatives à cette intégrale. M. Borel est parvenu à déterminer l'étoile de convergence par rapport à x de l'intégrale. Je désignerai cette étoile, appelée par M. Borel le *polygone de sommabilité*, par la lettre $B^{(1)}$. M. Borel a démontré que l'intégrale converge partout à l'intérieur de $B^{(1)}$, tandis que M. Phragmen a démontré qu'elle diverge en chaque point à l'extérieur de $B^{(1)}$. On a donc l'égalité

$$FB^{(1)}(x) = \int_0^\infty e^{-\omega} F_1(\omega x)\, d\omega.$$

» J'ai montré, dans un travail récent, en m'appuyant sur la théorie de la représentation conforme, qu'on peut généraliser l'intégrale de Laplace-Abel, de manière à obtenir la représentation d'une branche de $F(x)$ avec un domaine plus étendu que $B^{(1)}$ et qui s'approche indéfiniment de l'étoile principale A définie par les constantes $k_0, k_1, k_2, \ldots$, en même temps qu'une certaine constante primitive α tend vers zéro.

» J'indiquerai dans la Note présente une autre manière aussi générale, mais plus importante, de généraliser l'intégrale.

» J'introduis, au lieu de la fonction génératrice d'Abel, la fonction génératrice plus générale

$$F_\alpha(x) = k_0 + k_1 \frac{x}{\lfloor \alpha.1} + k_2 \frac{x^2}{\lfloor \alpha.2} + \ldots + k_\nu \frac{x^\nu}{\lfloor \alpha.\nu} + \ldots,$$

où α désigne une constante positive et

$$\lfloor \alpha.\nu = \Gamma(\alpha\nu + 1).$$

» On voit que $F_\alpha(x)$, aussi bien que $F_1(x)$, est une fonction entière.

Ma nouvelle intégrale est

$$\int_0^\infty e^{-\omega^{\frac{1}{\alpha}}} F_\alpha(\omega x)\, d\omega^{\frac{1}{\alpha}},$$

et j'arrive à l'égalité

$$FB^{(\alpha)}(x) = \int_0^\infty e^{-\omega^{\frac{1}{\alpha}}} F_\alpha(\omega x)\, d\omega^{\frac{1}{\alpha}},$$

où $B^{(\alpha)}$ désigne une étoile qui s'approche indéfiniment de l'étoile principale A, en même temps que α tend vers zéro. L'étoile $B^{(\alpha)}$ est une étoile de convergence, c'est-à-dire que l'intégrale converge toujours par rapport à x à l'intérieur de $B^{(\alpha)}$, tandis qu'elle diverge en chaque point à l'extérieur de $B^{(\alpha)}$.

» A l'étude de mon intégrale se rattache intimement l'étude d'une nouvelle fonction entière qui est une généralisation de la fonction exponentielle, savoir la fonction

$$E_\alpha(x) = 1 + \frac{x}{\lfloor \alpha.1} + \frac{x^2}{\lfloor \alpha.2} + \ldots + \frac{x^\nu}{\lfloor \alpha.\nu} + \ldots.$$

» Cette fonction possède entre autres la propriété remarquable que son module a une limite supérieure finie dans l'angle

$$\alpha.\frac{\pi}{2} < \varphi < 2\pi - \alpha\frac{\pi}{2}; \qquad x = re^{i\varphi},$$

tandis qu'elle croît comme $e^{r^{\frac{1}{\alpha}}}$ dans l'angle $-\alpha.\frac{\pi}{2} < \varphi < \alpha.\frac{\pi}{2}$.

» Par elle se trouve donc tranchée une question importante soulevée par M. Borel : Peut-on trouver une fonction entière dont le module ne croît indéfiniment qu'à l'intérieur d'un angle donné d'avance, aussi petit qu'on le veut, ou sinon peut-on démontrer rigoureusement que cette question doit être résolue par la négative ?

» Je publierai prochainement en détail les recherches que j'ai entreprises, tant par rapport à l'intégrale $\int_0^\infty e^{-\omega^{\frac{1}{\alpha}}} F(\omega x)\, d\omega^{\frac{1}{\alpha}}$ que par rapport à la fonction $E_\alpha(x)$.

» En terminant, je note seulement que l'on arrive encore à des résultats intéressants en supposant α complexe. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte de Poissons dans le terrain dévonique du Pas-de-Calais.* Note de M. **J. Gosselet**.

« Des carapaces de Poissons, du genre *Pteraspis* ou d'un genre voisin, viennent d'être découvertes par M. Desailly, ingénieur en chef des mines de Liévin, en creusant une fosse au sud de la ville. Ces débris se trouvaient en abondance dans une couche de 20^{cm} de quartzite vert, au milieu des schistes bigarrés du gedinnien; à la base, par conséquent, du terrain dévonique.

» Les *Pteraspis* sont très communs dans le grès rouge (old red sandstone) d'Écosse et d'Angleterre, mais c'est la première fois qu'on les trouve dans l'Ardenne ou dans ses prolongements occidentaux. Cette découverte montre l'analogie qu'il y a entre les couches rouges du dévonique de l'Ardenne et le grès rouge des Iles Britanniques.

» A Liévin, les schistes bigarrés gedinniens reposent sur des couches très fossilifères, dont la faune est intermédiaire entre le dévonique et le silurique supérieur. L'étude de cette faune intéressante se fait actuellement au laboratoire de Géologie de Lille.

» Un peu au-dessous, se trouve une autre faune, où M. Barrois a reconnu des *Dayia* et d'autres espèces du silurique supérieur anglais.

» Le tout repose sans renversement sur le terrain houiller, dont il est séparé par la Grande Faille. »

M. C. de Freycinet, en présentant à l'Académie un Volume qu'il vient de publier sous le titre « De l'expérience en Géométrie » [1], s'exprime comme il suit :

« Le titre donné à ce travail en indique l'esprit et le but. Je classe nettement la Géométrie parmi les sciences physico-mathématiques et je me suis appliqué à démontrer que les axiomes géométriques sont en réalité des *lois naturelles* ou des vérités déduites de l'observation du monde extérieur. Ce qui différencie les expériences géométriques des expériences physiques proprement dites, c'est que les premières sont toujours suivies d'un travail d'abstraction ou d'épuration qui n'existe pas en Physique;

(1) Chez M. Gauthier-Villars, Paris.

ainsi les objets matériels à l'aide desquels nous vérifions les propriétés fondamentales de la ligne droite et du plan sont conçus par nous comme amenés à cet état idéal où ils n'ont plus ni imperfections de forme ni altérations accidentelles. En second lieu, nous faisons intervenir la notion de l'infini, qui n'est jamais invoquée en Physique. Nous supposons des lignes et des surfaces infinies, tandis que nous n'imaginons pas — et que nous n'avons pas besoin d'imaginer — des forces, des masses, des températures infinies. Ces circonstances, jointes à l'extrême simplicité des expériences géométriques (accomplies dès notre enfance et pour ainsi dire à notre insu), font que nous sommes tentés d'en oublier le caractère et que nous attribuons parfois à la raison pure les vérités puisées au contact du monde extérieur. Notamment le fameux postulatum d'Euclide sur les parallèles, dont on a si longtemps et si vainement cherché la jnstification logique, est un fait d'expérience, dont l'énoncé doit figurer parmi les axiomes géométriques.

» Dans un premier Chapitre, intitulé *Concepts de la Géométrie*, j'ai passé en revue les principales définitions, dont je fais ressortir l'origine expérimentale. Le deuxième Chapitre est consacré à l'examen des six lois naturelles ou axiomes qui servent de bases à la Science. Dans un troisième et dernier Chapitre, je constate que les découvertes modernes et particulièrement les grandes inventions de Descartes et de Leibnitz n'ont nullement altéré le caractère primitif de la Géométrie, qui reste purement physique en son principe. Les développements rationnels ou analytiques ont seuls pris plus d'extension, et les méthodes ont atteint un degré de généralité que n'avaient pas les procédés des anciens.

» Les variétés de Géométrie *non-euclidienne*, qui ont pris naissance au siècle dernier et qui ont suscité des aperçus si profonds et si ingénieux, se distinguent précisément de la Géométrie ordinaire en ce qu'elles n'utilisent pas la totalité des vérités fournies par l'expérience. Elles constituent des Sciences plus ou moins abstraites et se trouvent en dehors du cadre que je me suis tracé. »

CORRESPONDANCE.

M. G. **André**, M. L. **Lindet** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Économie rurale, par le décès de M. *Dehérain*.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1902 b, faites à l'équatorial coudé* (0m,35) *de l'Observatoire de Lyon*, par MM. J. GUILLAUME et G. LE CADET. Note présentée par M. Lœwy.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates. 1903.	Temps moyen de Paris.	✱ — ⋆ Δα.	✱ — ⋆ Δδ.	Nombre de comp.	Obs.	α app.	Log fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	⋆
	h m s	m s	′ ″			h m s		° ′ ″		
Fév. 24.	9.38. 1	+0.13,59	+1.39,0	8 : 6	GLC	6.45.55,23	9,143	−15.18.56,6	0,880	*a*
24.	10.10.57	+0.10,41	+2.36,3	8 : 6	JG	6.45.52,05	9,291	−15.17.59,3	0,874	*a*
26.	9.46. 7	−0. 2,98	−0.41,4	8 : 6	GLC	6.42. 8,25	9,236	−13.57.49,4	0,872	*c*
26.	10. 6. 2	−0. 4,60	−0.12,7	8 : 6	JG	6.42. 6,63	9,312	−13.57.20,7	0,868	*c*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1903,0.

⋆.	Désignation.	Asc. droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a.......	BD — 15°, 1531	6.45.40,03	+1,61	−15.20.15,1	−20,5	Rap. à ⋆ *b* (9 : 12).
b.......	BD — 15°, 1521	6.44.27,45	»	−15.19.24,2	»	Munich II, n° 1592.
c.......	BD — 13°, 1644	6.42. 9,67	+1,56	−13.56.47,6	−20,4	Rap. à ⋆ *d* (9 : 12).
d.......	BD — 13°, 1682	6.45.59,79	»	−14. 0. 4,2	»	Lalande, 13223.

Comparaisons à l'éphéméride : A.N., n° 3821.

1903.	Obs. — Calcul. Δα.	Obs. — Calcul. Δδ.
	s	′
Février 24..................	− 2,8	+ 0,01
24..................	− 3,1	+ 0,01
26..................	− 2,9	− 0,21
26..................	− 3,1	− 0,27

« *Remarques.* — La comète a l'aspect d'une nébulosité très faible qui semble présenter, par instants, une vague condensation. Elle était à la limite de visibilité avec le grossissement 150 employé pour les mesures.

» Le 24, pendant une partie de la deuxième série, elle a passé sur une étoile de 12e-13e grandeur qui gênait beaucoup les pointés. »

ASTRONOMIE. — *Perturbations qui ne dépendent que de l'élongation.* Note de M. JEAN MASCART, présentée par M. M. Lœwy.

« Nous avons précédemment (¹) montré que, dans les perturbations des petites planètes par Jupiter, figure une partie indépendante de l'excentricité, fonction du grand axe de l'astre troublé et de son élongation par rapport à Jupiter; et, pour la rendre plus rapidement saisissable, nous avons représenté la perturbation du grand axe par une courbe, en coordonnées polaires, le rayon vecteur étant une somme de termes de la forme $M_p \cos p\theta$.

» Nous donnons ici les coefficients jusqu'à M_{21}. La construction des courbes correspondantes n'est plus qu'une question de patience car, si l'on approche beaucoup de Jupiter, il faudra tenir compte des termes jusqu'à 19θ pour avoir une approximation suffisante dans le rayon vecteur; ces courbes et leurs formes variées seront discutées ailleurs, et leurs déformations successives permettent de suivre la valeur d'une perturbation de nature bien définie d'un bord à l'autre de l'anneau.

» Voici la conséquence pratique de cette recherche théorique : parfois, malgré une orbite basée sur des observations assez éloignées, on perd une planète ou du moins la photographie donne une correction d'éphéméride considérable. Nous montrerons que, dans ce cas, la planète avait une élongation critique (fonction de a) par rapport à Jupiter, R (perturbation de a) variait très rapidement, et l'orbite était affectée d'erreurs appréciables (quelques millièmes sur l'axe et l'excentricité sont possibles). Réciproquement, le calculateur pourra éviter une éphéméride insuffisante : la première orbite grossière donnant l'axe lui montrera si, oui ou non, dans les observations qu'il utilise, la planète était dans une position critique, et, si oui, rien ne sera plus aisé que de tenir compte de cette perturbation limitée, pendant la durée des observations.

(¹) *Comptes rendus*, 17 février et 15 décembre 1902, 16 février 1903.

K.	*a.*	M_{16}.	M_{17}.	M_{18}.	M_{19}.	M_{20}.	M_{21}.
11 : 3 = 3,667....	4,206	$+57231.10^{-10}$	$+46183.10^{-10}$	$+23424.10^{-10}$	$+66048.10^{-11}$	$+23906.10^{-11}$	$+46686.10^{-12}$
7 : 2 = 3,500....	4,156	15586	16871	9771	31730	10372	20429
10 : 3 = 3,333....	4,100	— 3283	3090	3312	11559	4298	8500
13 : 4 = 3,250....	4,070	— 5499	8018.10^{-11}	1991	7124	2592	5092
3 = 3,000....	3,969	Discontinuité.	Discontinuité.	47768.10^{-12}	1801	66517.10^{-13}	1349
11 : 4 = 2,750....	3,845	$+84125.10^{-12}$	$+37058.10^{-12}$	8310	1859	10851	210
8 : 3 = 2,667....	3,802	48557	18340	4608	17150.10^{-13}	5957	115
13 : 5 = 2,600....	3,763	25975	10492	2805	10384	3569	6820.10^{-14}
5 : 2 = 2,500....	3,700	9324	4380	1230	4449	1522	2977
12 : 5 = 2,400....	3,631	3420	1877	55346.10^{-14}	1995	65931.10^{-15}	1227
7 : 3 = 2,363....	3,582	1503	1023	30666	1092	35520	654
9 : 4 = 2,250....	3,515	49733.10^{-14}	49658.10^{-14}	14165	49467.10^{-15}	15643	284
11 : 5 = 2,200....	3,472	1014	28215	0577	29502	9321	167
13 : 6 = 2,167....	3,442	—10281	19511	6107	20917	6494	117
15 : 7 = 2,143....	3,421	— 8660	15630	4750	16548	4987	8845.10^{-16}
2 = 2,000....	3,277	Discontinuité.	3124	93695.10^{-16}	3069	89831.10^{-17}	1536
17 : 9 = 1,889....	3,147	$+74555.10^{-15}$	76735.10^{-16}	22516	70001.10^{-17}	19520	322
15 : 8 = 1,875....	3,129	49622	63650	18613	57544	15962	262
13 : 7 = 1,857....	3,106	35409	49740	14482	44254	12152	198
11 : 6 = 1,833....	3,075	14398	35083	10145	31006	8414	136
9 : 5 = 1,800....	3,029	13190	21730	6206	18494	4927	7847.10^{-18}
16 : 9 = 1,778....	2,997	9018	15496	4391	12933	3403	5366
7 : 4 = 1,750....	2,956	5590	10007	2814	10171	2116	3279
19 : 11 = 1,727....	2,922	3747	6890	1918	5468	1394	2161
12 : 7 = 1,714....	2,901	3183	5946	1651	4716	1233	1999
17 : 10 = 1,700....	2,879	2313	4372	1199	3374	84569.10^{-19}	1284
5 : 3 = 1,667....	2,824	1256	2431	65542.10^{-18}	1806	42465	659
18 : 11 = 1,636....	2,771	7032.10^{-16}	1394	36718	99091.10^{-19}	23767	348
13 : 8 = 1,625....	2,751	6427	1118	29474	78888	18674	272
21 : 13 = 1,615....	2,733	4807	94013.10^{-18}	24959	66673	15037	239
8 : 5 = 1,600....	2,705	3428	67939	17629	46306	10795	155
19 : 12 = 1,583....	2,673	2433	48340	12397	32143	7391	105
11 : 7 = 1,571....	2,650	1892	37620	9413	24607	5606	7887.10^{-20}
14 : 9 = 1,556....	2,618	1345	26762	6736	17047	3826	5310
17 : 11 = 1,545....	2,598	1041	20639	5132	12806	2824	3904
20 : 13 = 1,538....	2,583	94479.10^{-18}	19202	4694	11815	2662	3754
23 : 15 = 1,533....	2,572	81827	16253	4007	89977.10^{-20}	2199	3012
3 : 2 = 1,500....	2,500	37060	7262	1741	41680	8881.10^{-20}	1219
25 : 17 = 1,471....	2,433	18239	3627	83958.10^{-20}	18281	4104	540
22 : 15 = 1,467....	2,424	16463	3224	75537	17554	3563	459
19 : 13 = 1,462....	2,412	14298	2779	64696	14981	3061	393
16 : 11 = 1,455....	2,395	11906	2311	53482	12286	2482	316
13 : 9 = 1,444....	2,371	9071	1752	40239	9172	1847	235
23 : 16 = 1,438....	2,253	7501	1440	32739	7386	1467	184
10 : 7 = 1,429....	2,331	5849	1117	25169	5616	1104	137
17 : 12 = 1,417....	2,300	4034	789	17558	3862	752	9161.10^{-22}
7 : 5 = 1,400....	2,256	2549	478	10452	2251	425	5107
18 : 13 = 1,385....	2,214	1588	294	6293	1329	247	2910
11 : 8 = 1,375....	2,187	1172	215	4553	949	174	2032
15 : 11 = 1,364....	2,155	800	145	3011	619	113	1297
19 : 14 = 1,357....	2,136	657	115	2375	476	849.10^{-21}	999
23 : 17 = 1,353....	2,123	565	101	2079	420	743	842
31 : 23 = 1,348....	2,108	468	835.10^{-19}	1704	343	615	700

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur les glissements dans les fluides.* (*Rectification à une Note précédente.*) Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Appell.

« C'est par suite d'une erreur que, dans une Note précédente (2 février 1903), j'ai énoncé l'impossibilité de la formation de glissements (lorsque ceux-ci n'existent pas initialement) à la surface de séparation de deux fluides *différents*.

» Le raisonnement employé suppose, en effet, la densité continue (ainsi que les composantes des forces pondérales; mais cette dernière condition est réalisée dans les cas usuels, où ces forces se réduisent à la pesanteur). Cette continuité a bien lieu (puisque nous excluons les ondes de choc) pour deux régions contiguës d'un même fluide et le théorème est, par conséquent, applicable dans ces conditions.

» Si, au contraire, la densité était discontinue, la continuité de la pression n'assujettirait plus le saut d'accélération à être normal à la surface de discontinuité. Au surplus, comme me l'a fait remarquer M. Duhem, la proposition énoncée précédemment conduirait aisément à des contradictions, si on l'appliquait à un système de deux fluides de densité différente. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur les théories liquidogéniques des fluides.* Note de M. E. **Mathias**, présentée par M. G. Lippmann.

« 1. La physique des fluides et des phénomènes critiques est actuellement dans une période aiguë, les physiciens étant partagés en deux camps en apparence irréductibles : les partisans de la théorie classique et ceux qui la déclarent insuffisante.

» La théorie classique obéit à la *règle des phases;* dans le langage de M. W. Gibbs, elle signifie que les états saturés sont univariants (1 composant, 2 phases, $n + 2 - \varphi = 1$), la température déterminant la pression ainsi que les densités des fluides saturés, indépendamment des masses, de la forme du vase, etc. En dehors des états saturés il n'y a plus qu'une phase homogène et le système est bivariant. C'est aussi la signification des équations caractéristiques des fluides de Van der Waals, de Clausius, de M. Sarrau, etc.

» On peut considérer l'univariance des états saturés comme démontrée : pour les deux sortes de densités, par les mesures de MM. Cailletet et

Mathias, Amagat, Sydney Young; en ce qui concerne la pression de vapeur saturée, par les expériences de MM. Cailletet et Colardeau sur l'eau et celles de M. S. Young sur l'isopentane; en ce qui concerne les indices du liquide et de la vapeur saturée, par les expériences de MM. B. Galitzine et J. Wilip sur l'éther (méthode de la lentille). Ce n'est que tout à fait au voisinage du point critique que la difficulté de maintenir la température absolument constante et la quasi-impossibilité d'opérer sur des corps rigoureusement purs semblent rendre l'état saturé légèrement bivariant.

» La règle des phases, comme aussi les équations caractéristiques des fluides, n'a en vue que des *états d'équilibre*, c'est-à-dire des états pouvant persister indéfiniment dans les conditions qui les caractérisent. Or on peut soutenir sans paradoxe que les *véritables* états d'équilibre sont des états un peu exceptionnels, qu'ils sont l'infime minorité au milieu de l'immensité des *faux états d'équilibre* et des états de transition auxquels ne s'appliquent ni la règle des phases, ni les équations caractéristiques. Les partisans de la théorie classique ont tout naturellement négligé, comme ne devant présenter aucun intérêt, ces états irréguliers qui ne sont que des exceptions apparentes à la simplicité réelle des véritables états d'équilibre, tandis que d'autres savants se sont attachés à l'étude de tous les phénomènes qui contrariaient la théorie classique ou que celle-ci ne prévoyait pas. Ces phénomènes sont : 1° les anomalies de densité du liquide et de la vapeur saturée qu'on observe principalement en tube scellé (tubes de Natterer) lorsqu'on élève la température; 2° la disparition du ménisque au-dessous de la température critique, alors que les deux sortes de densités ne sont pas encore égales (phénomène de Cagniard-Latour); 3° l'hétérogénéité possible du fluide au-dessus de la température critique. La théorie *liquidogénique* des fluides de M. de Heen jouit de la propriété de rendre compte aisément de la plupart de ces anomalies; mais on peut concevoir d'autres théories liquidogéniques jouissant des mêmes propriétés. L'objet de cette Note est de montrer qu'elles ne sont pas nécessairement incompatibles avec la théorie classique.

» 2. Le point de départ est le suivant : l'état fluide saturé est formé de deux sortes de molécules pouvant se transformer les unes dans les autres; l'état liquide est en très grande majorité composé de *molécules liquidogéniques*, l'état de vapeur saturée en majorité de *molécules gazogéniques*. Ces deux sortes de molécules peuvent obéir ou non à la loi d'Avogadro et Ampère; dans le premier cas elles ont, à la même température et sous la même pression, même volume et des masses différentes; dans le second

cas elles ont des masses égales et des volumes différents. La molécule liquidogénique devant avoir une densité plus grande que l'autre aura, dans le premier cas, une masse plus grande et dans le second un volume plus petit que la molécule gazogénique.

» Comment se fait la répartition des deux sortes de molécules aux températures inférieures à la température critique? Deux manières de voir sont en présence. On peut considérer avec M. de Heen que le liquide et la vapeur saturée sont deux phases qui se dissolvent réciproquement; alors, à une température constante donnée, l'équilibre final dépend des masses, ou mieux de la densité moyenne du remplissage; l'état saturé est plurivariant et, pour une phase donnée, le rapport h du nombre des molécules liquidogéniques à celui des molécules gazogéniques est une fonction à la fois de la température et de la densité moyenne du remplissage.

» On peut, au contraire, considérer h comme étant, pour une phase donnée et pour tous les corps, la même fonction de la température réduite; dès lors, les états saturés, non seulement sont univariants, mais encore obéissent aux lois des états correspondants.

» Il peut en être ainsi que la loi d'Avogadro et Ampère soit respectée ou non; on a donc en présence quatre théories liquidogéniques lesquelles, jusqu'ici du moins, sont muettes en ce qui concerne la pression. Cela tient à ce que nous les avons considérées au point de vue *statique;* si on les interprète au point de vue *cinétique,* on voit aisément que la conception bi ou plurivariante de M. de Heen détruit la notion de pression de vapeur saturée, celle-ci dépendant à la fois de la température, de la densité moyenne du remplissage, etc. Au contraire, la conception univariante de h entraîne avec elle une pression dépendant uniquement de la température et non du remplissage, ce qui est bien conforme aux expériences de MM. Cailletet et Colardeau sur la vapeur d'eau. Il semble donc que la notion de pression de vapeur saturée forme un bloc avec la conception univariante des fluides saturés.

» Des deux théories liquidogéniques qui satisfont à cette conception essentiellement classique des fluides, l'une obéit à la loi d'Avogadro et Ampère, l'autre (c'est celle de M. J. Traube) n'y obéit pas. De plus, pour des raisons théoriques qu'il serait trop long de développer ici, M. J. Traube est porté à admettre que le liquide et la vapeur saturée tendent vers des limites distinctes à la température critique. Dans la théorie liquidogénique obéissant à la loi des phases et à celle d'Avogadro et Ampère, rien ne s'oppose à la conception d'une limite commune du liquide et de la vapeur à

la température critique ; on s'explique ainsi la courbe des densités de Cailletet et Mathias, la courbe des indices de B. Galitzine et J. Wilip et l'annulation de la chaleur de vaporisation au point critique. Et l'on aboutit à cette conséquence que la conception liquidogénique des fluides joint, à la possibilité de s'adapter à la théorie classique, la propriété précieuse de rendre intuitive, pour ainsi dire, l'explication de la presque totalité des anomalies signalées plus haut et que les équations caractéristiques des fluides les plus parfaites ne font nullement prévoir. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelles recherches sur la convection électrique*. Note de MM. **H. Pender** et **V. Cremieu**, présentée par M. H. Poincaré.

« Au cours de nos recherches antérieures, poursuivies séparément, nous avons émis, à plusieurs reprises, des conclusions contradictoires au sujet de l'effet magnétique de la convection électrique. Grâce à l'initiative de M. H. Poincaré et à la libéralité de M. Bouty, qui a mis toutes les ressources de son laboratoire à notre disposition, nous poursuivons actuellement en commun des expériences qui nous permettent de tirer, dès maintenant, les conclusions suivantes :

» Dans l'expérience d'induction sous la forme adoptée par M. Pender, on constate des effets d'induction magnétique dus à la charge et à la décharge des disques en mouvement, et s'accordant qualitativement d'une manière très nette avec les effets attendus de la convection.

» Dans l'expérience d'induction sous la forme originale que lui avait donnée M. Crémieu, on ne constate aucun de ces effets.

» En répétant, avec les disques de M. Pender, l'expérience forme Rowland, on a constaté un effet magnétique dû à la charge et à la décharge des disques en mouvement ; il est qualitativement d'accord avec les effets attendus de la convection :

» Dans toutes ces expériences, on n'a constaté aucune différence qualitative, en remplaçant les disques continus par des disques à secteurs isolés. Malheureusement, les conditions mécaniques et magnétiques des installations de la Sorbonne ne nous permettent pas d'espérer pouvoir faire des mesures quantitatives.

» D'autre part, nous avions constaté séparément, et nous avons retrouvé, en commun, les effets suivants :

» 1° Une aiguille aimantée, placée dans un écran électrique au voisinage

d'un disque en repos, reçoit au moment de la charge ou de la décharge de ce disque des impulsions suivies de déviations permanentes qui semblent dues à des désaimantations et réaimantations successives.

» 2° Une bobine, enfermée dans un écran électrique, et reliée à un galvanomètre, accuse des effets d'induction quand on produit avec un commutateur tournant la charge et la décharge rapide de corps au repos placés dans le voisinage; ces effets sont réversibles avec le signe de la charge. Ils peuvent même se produire dans certains cas si une seule extrémité de la bobine induite est reliée au galvanomètre.

» Mais ces deux effets sont très irréguliers. Les conditions dans lesquelles on les observe nous échappent encore. Il nous est arrivé, dans les expériences de convection, de les voir disparaître sans que nous puissions dire exactement à quelle modification cette disparition était due.

» Dans toutes les expériences de convection faites jusqu'à ce jour, on a toujours produit la charge, la décharge ou l'inversion de charge de disques déjà en mouvement. Les phénomènes secondaires observés au repos peuvent aussi se produire au moment où l'on effectuera ces opérations sur les disques en mouvement. Leur connaissance détaillée serait donc nécessaire pour pouvoir tirer des conclusions définitives; mais l'étude paraît en devoir être longue et difficile.

» Il est probable que les divergences entre nos deux expériences d'induction proviennent de la façon dont ces phénomènes accessoires sont modifiés par le mouvement.

» Mais il nous a paru possible de faire une expérience très simple et complètement à l'abri de tous ces effets. Elle consiste à charger, au repos et lentement, un disque conducteur mobile, très bien isolé, et formant l'armature interne d'un condensateur.

» Nous avons déjà pu obtenir des conditions telles que, si l'on produit le mouvement du disque non chargé, on ne constate aucune déviation d'un système magnétique très sensible placé dans le voisinage immédiat du disque.

» Dans ces conditions, la mise en marche du disque, préalablement chargé et isolé, devra, si l'effet magnétique existe, s'accompagner d'une déviation permanente du système astatique, avec retour au zéro au moment de l'arrêt.

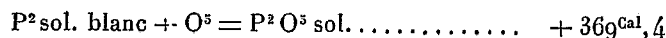
» C'est des résultats de cette expérience, que nous allons réaliser très prochainement, que nous espérons pouvoir tirer une conclusion définitive

relative à l'existence de l'effet magnétique. Nous réservons pour plus tard la continuation de l'étude des phénomènes secondaires des expériences précédentes.

» Nous ne saurions terminer cette Note sans adresser à M. H. Poincaré et à M. Bouty l'expression de toute notre respectueuse reconnaissance. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combustion du phosphore et sur les anhydrides phosphoriques.* Note de M. **H. Giran.**

« J'ai mesuré la chaleur de combustion du phosphore blanc dans l'obus calorimétrique Mahler, en présence de l'oxygène à 15^{atm} ou 20^{atm}. Pour éviter son oxydation pendant la période préliminaire, je le recouvrais d'un poids connu de phosphore rouge, dont j'avais auparavant mesuré la chaleur de combustion par la même méthode (je reviendrai ultérieurement sur ce point). Dans ces conditions, la combustion est absolument complète et à peu près instantanée. J'ai trouvé :



$$P^2 \text{ sol. blanc} + O^5 = P^2O^5 \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +369^{Cal},4$$

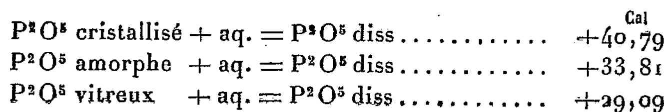
» Ce résultat est supérieur à ceux qui ont été obtenus par Andrews ($356^{Cal},31$) et par Abria ($351^{Cal},48$) (1), sans doute parce que, dans leurs expériences, faites avec de l'oxygène à la pression atmosphérique, une petite quantité de phosphore échappait à la combustion.

» J'ai également mesuré la chaleur de dissolution de l'anhydride *obtenu dans ces mêmes expériences*, ce qui m'a donné :



$$P^2O^5 \text{ sol.} + \text{aq.} = P^2O^5 \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +34^{Cal},37$$

» D'autre part, en dissolvant dans l'eau les trois variétés d'anhydride phosphorique, dont l'existence a été démontrée par MM. Hautefeuille et Perrey (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 33), j'ai obtenu :



P^2O^5 cristallisé + aq. = P^2O^5 diss.	Cal +40,79
P^2O^5 amorphe + aq. = P^2O^5 diss.	+33,81
P^2O^5 vitreux + aq. = P^2O^5 diss.	+29,09

(1) Les nombres donnés par Andrews (*Philosoph. Mag.*, 3e série, t. XXXII, 1848, p. 321) et par Abria (*Comptes rendus*, t. XXII, 1846, p. 372) sont 5747^{cal} et 5669^{cal} pour 1^g de phosphore, ce qui correspond bien à $356^{Cal},31$ et à $351^{Cal},48$ et non pas à $367^{Cal},8$ et $362^{Cal},8$ que l'on donne ordinairement.

» La combustion du phosphore blanc donne donc, surtout, de l'anhydride amorphe.

» Quant aux dissolutions d'anhydrides, on admet généralement qu'elles sont formées d'acide métaphosphorique, parce qu'elles en présentent toutes les propriétés; j'ai voulu m'assurer qu'elles ne renfermaient pas autre chose, en particulier de l'acide pyrophosphorique. Pour résoudre cette question, j'ai mesuré les quantités de chaleur qui se dégagent quand on ajoute des quantités croissantes de soude à des dissolutions *récentes* d'acides méta- et pyrophosphoriques et des trois anhydrides. En rapportant tous ces dégagements de chaleur à la molécule d'anhydride phosphorique, j'ai trouvé :

» Avec les acides

	Dissolution d'acide	
	métaphosphorique.	pyrophosphorique.
	Cal	Cal
P^2O^5 diss. + 2 NaOH diss..	+29,68	+29,94
» + 4 NaOH diss..	+34,54	+50,91
» + 6 NaOH diss..	+34,64	+56,12

» Avec les anhydrides

	P^2O^5		
	cristallisé.	amorphe.	vitreux.
	Cal	Cal	Cal
P^2O^5 diss. + 2 NaOH diss..	+29,48	+29,54	+29,96
» + 4 NaOH diss..	+35,20	+35,06	+35,38
» + 6 NaOH diss..	+35,54	+35,28	+35,46

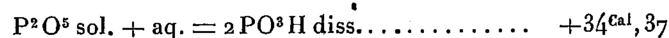
» Les dissolutions *récentes* des trois variétés d'anhydride phosphorique contiennent donc, *à peu près uniquement, de l'acide métaphosphorique.*

» L'état final obtenu avec les trois variétés étant identique, la comparaison des chaleurs de dissolution de ces anhydrides nous donne le moyen de calculer les quantités de chaleur dégagées dans leurs transformations réciproques. On trouve :

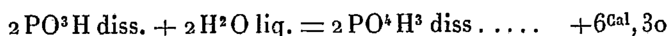
	Cal
P^2O^5 cristallisé = P^2O^5 amorphe.............	+ 6,98
P^2O^5 amorphe = P^2O^5 vitreux...............	+ 4,72
P^2O^5 cristallisé = P^2O^5 vitreux...............	+11,70

Hautefeuille et Perrey avaient mesuré la première seulement de ces trois transformations; ils avaient trouvé $+6^{Cal},52$.

» Revenons à la dissolution de l'anhydride provenant de la combustion du phosphore; nous devrons l'écrire

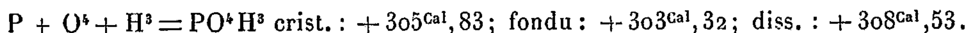

P^2O^5 sol. + aq. = 2 PO^3H diss.............. $+34^{Cal},37$

» Or j'ai indiqué, dans une Note précédente (*Comptes rendus,* 29 décembre 1902), que



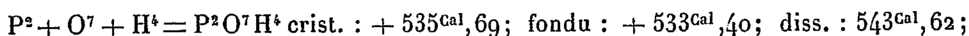
$$2\,PO^3H \text{ diss.} + 2\,H^2O \text{ liq.} = 2\,PO^4H^3 \text{ diss} \ldots\ldots \quad +6^{Cal},30$$

» Il est facile de déduire, de ces divers résultats, la chaleur de formation de l'acide orthophosphorique, à partir de ses éléments. On trouve :

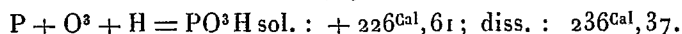


$$P + O^4 + H^3 = PO^4H^3 \text{ crist.} : +305^{Cal},83;\ \text{fondu} : +303^{Cal},32;\ \text{diss.} : +308^{Cal},53.$$

» Dans deux Notes antérieures (*Comptes rendus*, 1er et 29 décembre 1902), j'ai donné les chaleurs de formation, à partir de leurs éléments, des acides pyro- et métaphosphoriques, mais en faisant des réserves sur leur exactitude, parce que, pour les calculer, j'avais dû faire intervenir la chaleur de formation de PO^4H^3, mesurée par Thomsen en oxydant le phosphore par l'acide iodique, réaction complexe et mal connue. Les résultats que je viens d'obtenir me permettent de préciser ce point. En adoptant les valeurs, que j'indique ci-dessus, de la chaleur de formation de PO^4H^3, on trouve :



$$P^2 + O^7 + H^4 = P^2O^7H^4 \text{ crist.} : +535^{Cal},69;\ \text{fondu} : +533^{Cal},40;\ \text{diss.} : 543^{Cal},62;$$



$$P + O^3 + H = PO^3H \text{ sol.} : +226^{Cal},61;\ \text{diss.} : 236^{Cal},37.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouveaux acides acétyléniques.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **R. Delange**, présentée par M. H. Moissan.

« On ne connaît encore qu'un petit nombre d'acides acétyléniques $R - C \equiv C - CO^2H$, et leur histoire chimique est très incomplète, ce qui tient sans doute aux réelles difficultés de leur préparation. Persuadés que ces corps, grâce à la présence d'une fonction acétylénique au voisinage immédiat du carboxyle, se prêteraient à diverses réactions intéressantes, et nous proposant d'en faire une étude méthodique, nous avons préparé une série de termes qui, pour la plupart, sont nouveaux.

» Le procédé suivi consiste à fixer l'anhydride carbonique sur les dérivés sodés des hydrocarbures acétyléniques $R - C \equiv CNa$ (Glaser). Nous avons reconnu, en outre, qu'on obtient directement les éthers de ces acides en traitant les mêmes dérivés sodés par les éthers chlorocarboniques.

» Pour préparer les hydrocarbures, on peut partir soit des aldéhydes à groupement $(-CH^2-CHO)$, soit des méthylacétones $(-CO-CH^3)$; les uns et les autres, traités par le perchlorure de phosphore, fournissent un dérivé dichloré $(-CH^2-CHCl^2)$ ou $(-CCl^2-CH^3)$, qu'un traitement à la potasse convertit ensuite en hydrocarbure acétylénique $(-C \equiv CH)$ par perte de $2\,HCl$. Dans le cas des acétones de la forme

($-CH^2-CO-CH^3$), la réaction se complique de la formation du carbure acétylénique disubstitué ($-C\equiv C-CH^3$) et du carbure allénique ($-CH=C=CH^2$); tous deux sont d'ailleurs susceptibles de donner, par isomérisation sous l'action du sodium au-dessus de 100° (Faworsky), le carbure acétylénique vrai ($-CH^2-C\equiv CH$) qui seul nous intéresse ici. Nous n'avons pas, en général, isolé les carbures acétyléniques vrais à l'état pur; les manipulations nécessaires entraîneraient la perte de notables quantités de matières elles-mêmes déjà fort rares; nous nous sommes bornés, pour l'obtention du carbure sodé, à chauffer avec du sodium le carbure brut, simplement séparé par distillation de la majeure partie du carbure éthylénique chloré qui l'accompagne toujours, et dont il est extrêmement difficile de le débarrasser complètement.

» Nous avons préparé ainsi douze acides acétyléniques. Ils appartiennent tous à la série grasse; deux d'entre eux possèdent à la fois une fonction acétylénique et une fonction éthylénique. Voici ces acides et quelques-uns de leurs dérivés immédiats :

» 1° Acides a fonction acétylénique seule : $R-C\equiv C-CO^2H$. — *Acide propylpropiolique :* $CH^3-CH^2-CH^2-C\equiv C-CO^2H$. — Liquide incolore, se prenant lentement en cristaux qui fondent vers 25°; distille à 119°-121° sous 16mm, et à 126°-127° sous 24mm. L'éther méthylique bout à 80°-82° sous 23mm; $D_0=0,9648$. L'éther éthylique distille à 93°-94° sous 24mm; $D_0=0,9468$. L'éther amylique distille à 127°-128° sous 22mm; $D_0=0,9207$.

» *Acide isopropylpropiolique :* $(CH^3)^2CH-C\equiv C-CO^2H$. — Fond à 36°-38°; distille à 114°-115° sous 18mm. L'éther méthylique bout à 68°-69° sous 20mm; $D_0=0,9509$. L'éther éthylique bout à 83° sous 19mm; $D_0=0,9365$. L'éther isobutylique bout à 99°-101° sous 19mm; $D_0=0,9145$.

» *Acide butylpropiolique :* $CH^3-CH^2-CH^2-CH^2-C\equiv C-CO^2H$. — Liquide bouillant à 140°-142° sous 24mm. L'éther méthylique bout à 91°-93° sous 19mm; $D_0=0,953$. L'éther éthylique bout à 106°-108° sous 24mm; $D_0=0,9385$ (1).

» *Acide triméthyltétrolique :* $(CH^3)^3C-C\equiv C-CO^2H$. — Fond à 47°-48°; distille à 110° sous 10mm. L'éther méthylique bout à 66° sous 13mm; $D_0=0,9292$. L'éther éthylique bout à 75° sous 15mm; $D_0=0,9209$ (2).

» *Acide amylpropiolique :* $CH^3-(CH^2)^4-C\equiv C-CO^2H$. — Déjà décrit par nous ainsi que quelques dérivés (*Comptes rendus,* avril 1901). Le sel de baryum cristallise avec 1mol d'eau. Le sel de phénylhydrazine fond à 96°. L'amide fond à 91°-92°.

» *Acide isoamylpropiolique :* $(CH^3)^2CH-CH^2-CH^2-C\equiv C-CO^2H$. — Distille à 141°-144° sous 19mm; fond au voisinage de 0°; $D_{18}=0,9647$. L'éther méthylique bout à 98°-99° sous 18mm; $D_0=0,9417$. L'éther éthylique bout à 110°-112° sous 18mm; $D_0=0,9288$.

---

(1) Ces trois premiers acides ont déjà été obtenus par Faworsky [*Journ. f. prakt. Chem.,* 2e série, t. XXXVII, p. 420-428], qui en a préparé quelques sels, mais pas d'éthers.

(2) Le carbure qui a servi à préparer cet acide nous a été aimablemert offert par M. Delacre, professeur à l'Université de Gand, à qui nous adressons tous nos remercîments.

» *Acide hexylpropiolique* : $CH^3-(CH^2)^5-C\equiv C-CO^2H$. — Déjà décrit par nous (*loc. cit.*). L'éther isopropylique bout à 145°-148° sous 32^{mm}; $D_0=0,9101$. L'éther isoamylique bout à 168°-172° sous 27^{mm}; $D_0=0,9074$. Le chlorure d'acide distille à 113°-116° sous 25^{mm}; $D_0=1,0007$. La naphtylamide α fond à 99°-100°.

» *Acide isohexylpropiolique* : $(CH^3)^2CH-CH^2-CH^2-CH^2-C\equiv C-CO^2H$. — Distille à 169°-172° sous 38^{mm}; fond entre $-16°$ et $-12°$; $D_0=0,960$. L'éther méthylique bout à 125°-127° sous 31^{mm}; $D_0=0,933$. L'éther éthylique bout à 135°-137° sous 30^{mm}; $D_0=0,922$.

» *Acide heptylpropiolique* : $CH^3-(CH^2)^6-C\equiv C-CO^2H$. — Fond entre $+6°$ et $+10°$; distille à 164°-168° sous 20^{mm}; $D_{17}=0,9408$. L'éther méthylique distille à 133°-135° sous 21^{mm}; $D_0=0,9263$. L'éther éthylique distille à 143°-146° sous 21^{mm}; $D_0=0,9168$.

» *Acide nonylpropiolique* : $CH^3-(CH^2)^8-C\equiv C-CO^2H$. — Fond à 30°. L'éther méthylique bout à 68°-72° sous 31^{mm}; $D_0=0,9158$. L'éther éthylique bout à 170°-174° sous 25^{mm}; $D_0=0,908$.

» 2° ACIDES À FONCTIONS ACÉTYLÉNIQUE ET ÉTHYLÉNIQUE. — *Acide méthyl-5 pentène-4 ine-2 oïque-1* : $(CH^3)^2C=CH-C\equiv C-CO^2H$. — L'acétone qui a servi à préparer le carbure n'est autre que l'oxyde de méthyle $(CH^3)^2C=CH-CO-CH^3$. Fond à 98°.

» *Acide méthyl-7 octène-6 ine-2 oïque-1* :



$$(CH^3)^2C=CH-CH^2-CH^2-C\equiv C-CO^2H.$$

L'acétone dont on est parti est ici la méthylhepténone naturelle



$$(CH^3)^2C=CH-CH^2-CH^2-CO-CH^3.$$

Bout à 157°-159° sous 20^{mm} et à 160°-164° sous 24^{mm}; $D_0=0,9906$. L'éther méthylique obtenu distillait entre 114° et 125° sous 22^{mm}.

» Ces différents acides se décomposent par distillation sous la pression atmosphérique, avec production de carbure acétylénique et dégagement d'anhydride carbonique.

» Hydrogénés par un grand excès de sodium et d'alcool absolu bouillant, ils donnent l'acide saturé gras correspondant. La synthèse a déjà été communiquée de l'acide caprylique $C^8H^{16}O^2$ et de l'acide pélargonique $C^9H^{18}O^2$ en partant des acides amylpropiolique et hexylpropiolique (*loc. cit.*). L'acide gras résultant de l'hydrogénation de l'acide triméthyltétrolique est un acide heptylique nouveau, l'acide triméthylbutyrique $(CH^3)^3C-CH^2-CH^2-CO^2H$, lequel est isomère de l'acide œnanthylique provenant de l'oxydation de certains corps gras naturels; il fond entre $-1°$ et $+3°$, distille à 211°-214° (corr.) sous la pression normale, et sa densité à 20° est 0,914; son amide fond à 140°-141°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des thioacides* RCOSH. Note de MM. V. AUGER et M. BILLY, présentée par M. H. Moissan.

« Nous nous sommes proposé de rechercher quelle est l'action du sulfure de sodium NaHS sur les groupements possédant le radical acyle RCO, afin de voir si la saponification de ces produits donne naissance aux thiosels RCOSNa.

» Nos recherches ont porté jusqu'ici sur : les éthers phénoliques $RCO^2C^6H^5$, les éthers-sels RCO^2 — Alcoyle, les amides et thioamides, $RCOAzH^2$ et $RCSAzH^2$, les acétates d'oximes $CH^3CO - Az = CRR'$, enfin les acétylphénylhydrazines



$$CH^3CO - AzH - AzH - C^6H^5 \quad \text{et} \quad CH^3COAzH - Az(CH^3CO), C^6H^5.$$

» *Éthers phénoliques.* — Kékulé a montré que la saponification avec NaHS donne lieu à la formation d'un thiosel et de phénol



$$RCOOC^6H^5 + NaHS = RCOSNa + C^6H^5OH.$$

Nous avons appliqué sa méthode à différents éthers d'acides mono- et bibasiques. Les opérations ont été effectuées en présence d'alcool absolu.

» *Acide thiomyristique:* $C^{13}H^{27}.COSH$. — Le sel de sodium cristallise difficilement; il a été transformé en acide par addition de H^2SO^4 dilué à la solution aqueuse. L'acide a été extrait à l'éther; il cristallise par évaporation du solvant, en petites aiguilles fusibles à 25° environ et possédant une odeur sulfureuse désagréable. Cet acide, très soluble dans l'alcool, est insoluble dans l'eau. Le dosage du soufre a donné : S pour 100, trouvé 12,8; calculé 13,1.

» *Acide thiopalmitique:* $C^{15}H^{31}COSH$. — Il cristallise en aiguilles de sa solution benzénique : le point de fusion est 71°. S pour 100 : trouvé 11,65; calculé 11,75.

» *Thioacides bibasiques.* — On ne connaît encore aucun acide de cette série ; le thiosuccinyle ayant, comme l'un de nous l'a démontré, la formule

$$\begin{matrix} CH^2 - C{\overset{\displaystyle S}{\nwarrow}} \\ | \quad\quad\quad > O \\ CH^2 - C = O \end{matrix}$$

et l'acide thiosuccinique n'existant pas.

» *Thioxalate de sodium:* $\begin{matrix} COSNa \\ | \\ COSNa \end{matrix}$. — On l'obtient sous forme d'une poudre cristalline couleur citron, en faisant bouillir à l'ascendant, pendant une heure environ, l'oxalate de phényle avec 2^{mol} de NaHS en solution alcoolique. Ce sel est déliquescent et cristallise par évaporation au dessiccateur de la solution aqueuse, en grosses trémies jaunes. Il est insoluble dans l'alcool. L'analyse a donné : S pour 100 ; calculé 38,5 ; trouvé 38,4. Na pour 100 : calculé 27,71; trouvé 27,65. Sa solution aqueuse donne

avec les acétates métalliques des précipités amorphes colorés ; avec Ag, précipité jaune brunissant rapidement ; Cu, précipité brun noir ; Pb, précipité orangé ; Hg, précipité jaune pâle ; Ba, précipité blanc jaunâtre ; Mg, pas de précipité. Les essais faits dans le but d'obtenir l'acide libre ont échoué jusqu'ici. On obtient toujours, en traitant la solution du sel par un acide, une solution jaune très instable, qui laisse précipiter des flocons jaunes contenant un peu de soufre. La solution ou les flocons fournissent avec les alcalis une magnifique solution bleu vert qui se décolore lentement à l'air. Nous continuons cette étude.

» *Acide thiomalonique.* — Le produit point de départ, le malonate de phényle, a été préparé récemment par Bischoff et Hedenström ([1]) au moyen du chlorure de malonyle. Nous le préparons avec un meilleur rendement et plus commodément, en traitant au bain-marie l'acide malonique par l'oxychlorure de phosphore, en présence du phénol. 63g d'acide fournissent ainsi 95g d'éther fusible à 49°.

» La saponification ne peut être effectuée qu'avec l'emploi d'un fort excès de NaHS. Dans un premier temps, il se forme le dérivé sodé du malonate de phényle, avec départ de H^2S, et, en insistant au bain-marie, celui-ci se saponifie. Le sel de sodium obtenu est cristallisé en aiguilles aplaties. L'analyse du soufre et du sodium sur le produit séché à 100° a donné des chiffres concordants avec la formule $CH^2 = (COSNa)^2$. Nous n'avons pas encore réussi à obtenir l'acide libre, qui semble devoir être très peu stable.

» *Saponification des éthers-sels* R.COO.R′ (R′ étant un radical alcoolique). — Divers chimistes ont déjà travaillé ce sujet sans aboutir à aucun résultat. Wanklyn ([2]) a chauffé l'éther acétique avec NaHS en solution alcoolique à 200°, sans obtenir de mercaptan. Göttig ([3]) a constaté la formation de K^2S^2, $S^2O^3K^2$ et acétate de sodium. En opérant avec des produits *rigoureusement anhydres,* nous avons obtenu, en solution alcoolique, à 180°, la saponification de l'éther acétique en acétate de sodium et mercaptan éthylique. Le chauffage à 78° et même à 120° est insuffisant pour effectuer la réaction. Les éthers : formiate d'éthyle, acétate d'isoamyle, valérate d'éthyle, butyrate d'amyle, succinate d'éthyle, benzoate d'éthyle, ont donné des résultats analogues. On doit donc conclure de ces expériences que la saponification des éthers-sels donne naissance au mercaptan correspondant à l'alcool.

» *Saponification des amides et des thioamides.* — Les essais poussés à 200° environ nous ont permis de constater qu'il n'y avait pas saponification, mais formation du sel de sodium de ces amides, avec dégagement de H^2S.

» *Saponification des acétates d'oximes. Acétate de benzaldoxime :*

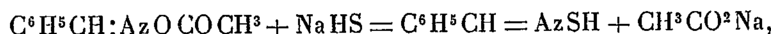


$$C^6H^5 - CH = Az - OCOCH^3.$$

» Le sulfure de sodium agit facilement sur ce corps; on obtient un produit jaune pâle cristallisé en aiguilles et contenant 23,6 pour 100 de soufre. Une étude approfondie de ce composé nous a conduits à l'identifier avec la thiobenzamide $C^6H^5.CSAzH^2$.

([1]) *Deutsche chem. Gesellsch.,* t. XXXV, p. 3452.
([2]) *Journ. Chem. Soc.,* 2e série, t. II, p. 418.
([3]) *Journ. für prakt. Chem.,* 2e série, t. XXXIII, p. 91.

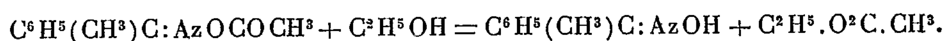
» Nous devons donc admettre que, dans un premier temps, la saponification a eu lieu suivant



$$C^6H^5CH:AzOCOCH^3 + NaHS = C^6H^5CH = AzSH + CH^3CO^2Na,$$

et en un deuxième temps, la thiobenzaldoxime, par transposition moléculaire, fournit la thioamide $C^6H^5CH = Az.SH = C^6H^5 - CSAzH^2$.

» *Acétate d'acétophénone-oxime :* $C^6H^5(CH^3)C = AzOCOCH^3$. — Nous avons obtenu, par saponification en présence de l'alcool, l'oxime de l'acétophénone et de l'éther acétique



$$C^6H^5(CH^3)C:AzOCOCH^3 + C^2H^5OH = C^6H^5(CH^3)C:AzOH + C^2H^5.O^2C.CH^3.$$

Nous avons vu plus haut que NaHS n'attaque l'éther acétique qu'au-dessus de 140°, ce qui explique cette singulière réaction de la formation d'un éther-sel en présence de NaHS.

» *Acétyl. et diacétyl. phénylhydrazine.* — En chauffant ces dérivés avec NaHS alcoolique à 180° et même à 220°, on n'a pu arriver à effectuer de saponification. On retire les dérivés acétylés inaltérés.

» En résumé, on voit que, jusqu'ici, seule la méthode de Kékulé permet d'obtenir les sels de thioacides par saponification au NaHS, et que les éthers-sels contenant un groupement alcool fournissent toujours des mercaptans. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aldéhyde para-éthylbenzoïque.* Note de M. **H. Fournier**, présentée par M. Haller.

« L'aldéhyde *p.*-éthylbenzoïque $C^6H^4\begin{cases}C^2H^5(1)\\CHO(4)\end{cases}$ n'ayant pas encore été décrite, j'ai essayé de la préparer par diverses méthodes.

» 1° Par la méthode de Gattermann : Action des gaz acide chlorhydrique et oxyde de carbone sur l'éthylbenzène en présence du chlorure d'aluminium et du chlorure cuivreux. J'opérais à la température ordinaire, en employant un excès de carbure et en évitant tout échauffement; le produit de la réaction était versé sur de la glace pilée et soumis à l'entraînement par un courant de vapeur d'eau. Le liquide surnageant est agité avec une solution de bisulfite de sodium, mais aucun précipité n'apparaît.

» Dans les conditions énoncées ci-dessus, il ne s'est point fait d'aldéhyde, mais une partie du carbure a subi une décomposition partielle en benzène et en triéthylbenzène.

» 2° Par la méthode de M. Bouveault : Action du chlorure d'éthyle-oxalyle sur l'éthylbenzène en présence du chlorure d'aluminium.

» La réaction s'effectue vers 30°-40°, et par distillation fractionnée, on isole l'éther

de l'acide *p.*-éthylbenzène-cétocarbonique : liquide incolore, bouillant à 186°-188° sous la pression de 30^{mm}.

» L'acide correspondant fond à 70°-71°. On peut en obtenir de très beaux cristaux en le dissolvant dans le sulfure de carbone très sec et bouillant.

» Pour fixer la constitution de cet acide, on le chauffe avec de l'acide sulfurique concentré et l'on précipite par l'eau. Il se sépare de l'acide para-éthylbenzoïque fusible à 113°.

» Donc l'acide fusible à 71° dont on est parti est bien l'acide para-éthylbenzènecétocarbonique $C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C^2H^5 & (1) \\ COCO^2H & (4)\end{matrix}\right.$.

» Chauffé avec l'aniline, cet acide donne l'éthylbenzylidène-aniline, liquide bouillant à 208°-210° sous 20^{mm}, se solidifiant rapidement dans le mélange glace-sel, et fondant ensuite entre + 2° et + 3°.

» Chauffé avec la *p.*-toluidine, le même acide se transforme en éthylbenzylidène-*p.*-toluidine, fusible à 49°.

» L'acide sulfurique étendu et bouillant convertit ces deux dérivés en aldéhyde para-éthylbenzoïque. C'est un liquide incolore, bouillant à 221°, à odeur assez agréable, rappelant un peu celle de l'aldéhyde cuminique. Il donne avec le bisulfite de sodium une combinaison cristallisée, de laquelle on peut extraire l'aldéhyde quand on lui ajoute une solution aqueuse de soude.

» Cette aldéhyde s'oxyde lentement à l'air et se change en acide *p.*-éthylbenzoïque fusible à 113°.

» Elle se combine avec l'hydrazine en donnant une hydrazone que l'on fait cristalliser dans l'alcool ou dans la ligroïne, et qui forme des aiguilles jaunes, longues de 10^{mm} à 15^{mm}, fusibles à 101°. Sa semicarbazone fond à 199° et son oxime à 29°.

» 3° J'ai soumis le para-éthyltoluène à l'action de l'acide sulfurique et du bioxyde de manganèse, en suivant le mode opératoire indiqué dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 634).

» L'oxydation de ce carbure $C^6H^4\left\langle\begin{matrix} CH^2CH^3 & (1) \\ CH^3 & (4)\end{matrix}\right.$ s'est effectuée de trois manières différentes. Il y a eu oxydation du groupe CH^2, d'où résulte la *p.*-méthyltolylcétone $C^6H^4\left\langle\begin{matrix} COCH^3 & (1) \\ CH^3 & (4)\end{matrix}\right.$ que j'ai caractérisée par son point d'ébullition (222°), par son oxime fusible à 88° et par sa semicarbazone fusible à 204°-205°.

» En même temps il y a eu oxydation de chacune des chaînes latérales, ce qui donne un mélange d'aldéhyde para-toluique $C^6H^4\left\langle\begin{matrix} CHO & (1) \\ CH^3 & (4)\end{matrix}\right.$ et d'aldéhyde para-éthylbenzoïque $C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C^2H^5 & (1) \\ CHO & (4)\end{matrix}\right.$. La quantité de cétone formée est trois à quatre fois plus grande que la proportion d'aldéhydes obtenue. »

CHIMIE ANIMALE. — *Méthode de dosage de la glycérine dans le sang.* Note de M. MAURICE NICLOUX, présentée par M. Armand Gautier.

« L'application des méthodes connues de dosage de la glycérine à un liquide aussi complexe que le sang n'est possible qu'après sa séparation. Les procédés qui consistent à mettre en jeu les propriétés qu'elle possède d'être soluble ou insoluble dans tel ou tel réactif (¹) sont délicats; ils peuvent donner de bons résultats dans le cas du dosage de quantités notables de glycérine; ils se compliquent, pour le cas contraire, de la difficulté de la pesée de très petites quantités de cette substance et, dans ce cas aussi, de la presque impossibilité d'en affirmer la pureté.

» J'ai pensé alors à tenter la séparation de la glycérine par une méthode qui mît en jeu une de ses propriétés physiques.

» Le fait que la glycérine peut distiller dans le vide ou être entraînée par la vapeur d'eau surchauffée également dans le vide (celui de la trompe à eau) a déjà servi à un certain nombre d'auteurs, dans le but de sa séparation et de son dosage ultérieur (²). A toutes ces méthodes on peut faire les critiques générales suivantes : 1° l'emploi d'une température supérieure à 100° (elle atteint 180° dans certaines méthodes); dans ces conditions, outre les difficultés de la technique, on ne peut affirmer la non-décomposition de certaines substances organiques, facilement décomposables; 2° l'impossibilité où l'on se trouve de ne pouvoir déterminer la fin d'une opération sans arrêter l'opération elle-même.

» L'entraînement par la vapeur d'eau à 100° dans le vide absolu, et l'emploi de la pompe à mercure que je propose aujourd'hui suppriment du même coup ces deux inconvénients.

» Finalement, la méthode que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie comprend les différentes opérations qui suivent :

» 1° Précipitation et séparation des matières albuminoïdes du sang;

(¹) M. DOYON et A. MOREL, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1902, t. LIV, p. 1038. — A. TRILLAT, *Comptes rendus*, 1902, t. CXXXV, p. 903.

(²) VON TŒRRING, *Zeitschrift für ang. Chemie*, 1889, p. 362-365. — G. BAUMERT, *Archiv der Ph.*, 1892, t. CCXXX, p. 324-331. — A. PARTHEIL, *Archiv der Ph.*, 1895, t. CCXXXIII, p. 391-398. — F. BORDAS et S. DE RACZKOWSKI, *Comptes rendus*, 1897, t. CXXIV, p. 240.

» 2° Séparation de la glycérine par entraînement par la vapeur d'eau à 100° dans le vide;

» 3° Dosage par l'emploi du bichromate de potasse et de l'acide sulfurique [1];

» 4° Possibilité, sur quelques milligrammes de la substance dosée en solution dans l'eau, de déterminer l'oxygène consommé et l'acide carbonique produit, véritable analyse organique qui permet l'identification avec la glycérine [2].

» Voici, très brièvement, comment il convient d'opérer. (Les détails paraîtront dans un Mémoire plus étendu.)

» Les matières albuminoïdes du sang sont précipitées par l'eau bouillante légèrement acidifiée par l'acide acétique (eau : 10 fois le volume de sang; acide acétique à 1 pour 100 en poids, le $\frac{1}{4}$ du volume de sang). On filtre. Le liquide est clair et incolore ou à peine coloré. Il contient la glycérine. On évapore à sec dans le vide, dans un petit ballon, au moyen de la pompe à mercure. On fait arriver ensuite la vapeur, par un tube effilé, dans l'intérieur du ballon, celui-ci étant complètement entouré d'eau bouillante. L'entraînement a lieu. Le liquide condensé par un réfrigérant puissant se réunit dans le réservoir fixe de la pompe à mercure. On le recueille. Rien n'est plus facile que de s'assurer de la fin de l'opération. On isole par une manœuvre de la pompe la dernière partie du liquide condensé, et l'on fait l'essai en bichromate. La persistance de la teinte jaune, avec $0^{cm^3},1$ de la solution titrée à $9^{gr},5$ de sel par litre, indique l'absence complète de glycérine. L'opération est alors terminée. Les liquides d'entraînement sont concentrés, amenés à un volume déterminé, et la glycérine est dosée comme il a été dit.

» Voici les résultats. — Toutes les analyses ont porté sur 10^{cm^3} de sang :

Glycérine ajoutée...	$5^{mg},2$	$19^{mg},5$	$19^{mg},2$	$21^{mg},9$	$23^{mg},75$	$32^{mg},8$	$34^{mg},1$	$43^{mg},8$	$47^{mg},5$
» retrouvée.	5,5	21,2	20,2	22,1	22,9	32,3	36,5	42,3	45,9
Glycérine ajoutée...	48,75	52,5	52,5	56,1	76,5	78,7	89,2	105	
» retrouvée.	50,1	55,2	50,9	53,1	70,9	76,2	91,3	102	

» Les résultats sont, comme on le voit, tout à fait satisfaisants, l'erreur relative moyenne est d'environ 5 pour 100, voisine, quoique un peu supérieure à celle inhérente au procédé de dosage par le bichromate.

---

(1) Ce sont MM. F. Bordas et S. de Raczkowski qui ont eu l'idée d'appliquer ma méthode de dosage de petites quantités d'alcool par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique, au dosage de la glycérine. Toutefois, le calcul, d'ailleurs exact, d'une équation d'oxydation fausse a fait qu'ils n'ont pu le réaliser. Consulter, pour plus de détails et pour la bibliographie, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1897, 10e série, t. IV, p. 274 et 698, et *Bulletin de la Société chimique*, 1897, 3e série, t. XVII, p. 455.

(2) Maurice Nicloux, *Dosage et analyse de très petites quantités de glycérine pure* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1903, t. LV, p. 221, et *Bulletin de la Société chimique* : séance du 13 février 1903).

» En résumé, la méthode présente une double sécurité :

» 1° Séparation de la glycérine par une méthode mettant en jeu une de ses propriétés physiques tout à fait spéciale;

» 2° Possibilité de l'identification de la substance séparée et dosée avec la glycérine, et cela sur quelques milligrammes.

» Si l'on ajoute à cela la sensibilité extrême de la méthode de dosage en elle-même, on comprend aisément tout le parti que l'on peut en tirer.

» C'est ce que je montrerai prochainement. »

HISTOLOGIE. — *Sur la structure de la cellule trachéale d'*Œstre *et l'origine des formations ergastoplasmiques*. Note de MM. **A. Conte** et **C. Vaney**, présentée par M. Alfred Giard.

« Depuis quelques années, un grand nombre d'auteurs ont signalé dans diverses cellules des formations intracytoplasmiques que Prenant a groupées sous le nom de *protoplasma supérieur;* nous mêmes avons récemment décelé ces formations dans un Protozoaire et établi nettement, pour ce cas, leur origine nucléaire ([1]). Cette origine est-elle la même dans d'autres cas? Pour résoudre cette question nous nous sommes adressés à un élément spécial, la cellule trachéale d'Œstre, où le protoplasma supérieur est très abondant et facile à observer. Cet élément a été de la part de Prenant ([2]) l'objet d'un important Mémoire dans lequel cet auteur décrit en détail le protoplasma différencié sans toutefois en déterminer l'origine.

» Les cellules trachéales d'Œstre sont, comme l'un de nous ([3]) l'a déjà établi, des cellules adipeuses renfermant de l'hémoglobine et à l'intérieur desquelles se sont ramifiées des trachées.

» A un grossissement moyen, ces éléments montrent un réseau protoplasmique vacuolaire, des rameaux trachéens plus ou moins nombreux et au centre des granulations chromatiques. Après coloration par la méthode de Rabl, on constate, à un fort grossissement, que le réseau protoplasmique comprend du protoplasma proprement dit et des traînées fortement safranophiles correspondant aux traînées de protoplasma différencié de Prenant. Les granulations chromatiques sont de deux sortes : des masses irrégulières prenant plus ou moins l'hémalun et des granules arrondis très safranophiles

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXV, p. 1365.

([2]) *Arch. Anatomie microscop.*, t. III, p. 293.

([3]) C. Vaney, *Contributions à l'étude des larves et des métamorphoses des Diptères*, p. 122.

groupés au centre de la cellule; ces granulations sont comprises dans un réseau très dense qui, dans un certain nombre d'éléments, est en continuité directe avec le réseau protoplasmique proprement dit. Dans d'autres éléments toute cette substance chromatique paraît enveloppée d'une membrane nucléaire. Cette membrane, qu'il est d'usage de représenter dans les diverses cellules par un simple trait, est pourtant d'ordinaire beaucoup plus complexe, comme le montrent d'ailleurs les opinions variées des auteurs qui se sont spécialement adonnés à cette étude. Dans notre cas particulier il importe d'en préciser l'origine et la structure pour déterminer les relations de l'ergastoplasma et de la chromatine. Lorsque cette membrane nucléaire est bien nette elle paraît constituée par deux membranes accolées : la membrane externe formée par des travées du réseau protoplasmique et une membrane interne très chromatophile plus dense et d'épaisseur variable.

» Dans un certain nombre de cellules la membrane nucléaire n'est pas nette; on constate alors que la membrane interne n'existe pas ou qu'elle est réduite à quelques tronçons colorés; c'est alors que la continuité du réseau central avec le réseau protoplasmique est surtout évidente.

» Les amas chromatiques sont en nombre variable; on les voit souvent se disloquer en fragments ténus qui se localisent contre les travées protoplasmiques de la membrane externe; leur chromatine s'étale et, sur des coupes, double cette membrane sur une longueur plus ou moins grande et forme ainsi la membrane interne chromatophile. Cette origine explique les diverses apparences de la membrane chromotophile signalées plus haut.

» Cette chromatine donne, en outre, dans le réseau protoplasmique, des fusées qui constituent les traînées chromatophiles signalées par Prenant. On constate, en général, que ces fusées ne font que prolonger dans le protoplasma un des tronçons formant la membrane interne chromatophile.

» Les fusées safranophiles partent en rayonnant du centre de la cellule et paraissent formées d'une substance assez fluide qui s'écoule dans les travées du réseau protoplasmique et s'y ramifie. Les ramifications viennent à la périphérie de la cellule et s'incurvent pour en suivre le contour, de sorte que, sur des coupes, la membrane de la cellule présente le même aspect que la membrane nucléaire. Un certain nombre de ramifications viennent, comme l'a décrit Prenant, s'appliquer sur les trachées, mais d'autres paraissent n'avoir aucune relation avec elles.

» En résumé, la cellule trachéale d'OEstre montre nettement des relations étroites existant entre la substance chromatique et le protoplasma, et l'étude de sa membrane nucléaire permet de comprendre l'origine chromatique des formations considérées par Prenant comme protoplasma supérieur. Cette constatation confirme ce que nous avons établi chez *Opalina intestinalis* Ehrbg.

» L'accroissement considérable du volume de ces formations conduit à supposer qu'il se fait aux dépens du protoplasma. »

PHYSIOLOGIE. — *L'oreille manométrique.* Note de M. **Pierre Bonnier**, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans une Note du 26 janvier 1903, M. Marage rappelle qu'il y a actuellement en présence deux théories sur le fonctionnement du labyrinthe de l'oreille : celle de Helmholtz, encore classique, et une autre, plus récente, qui se fonde sur le *mouvement en totalité* du liquide labyrinthique. Cette autre théorie, qui est la mienne, est la première qui définisse le rôle du *déplacement total* du liquide dans l'audition, qui montre la nature *hydrodynamique,* et non acoustique, des phénomènes labyrinthiques, fait de l'oreille, non un résonateur, mais un *enregistreur manométrique,* où tout se réduit à des *variations de pressions,* et qui a fait rentrer le nerf labyrinthique dans *la loi commune* des appareils sensoriels.

» M. Marage croit démontrer, par quelques expériences, que le liquide endolymphatique subit la pression sans se déplacer. Je pense que ses expériences concluent contre lui.

» C'est un point fondamental, tant en hydraulique qu'en physiologie auriculaire, qu'un liquide, soumis à une pression recule devant cette pression, s'il en trouve la possibilité, en quelque point de la paroi de son récipient. Dans la nature, les récipients périlymphatiques possèdent de telles voies de dégagement, et il en est ainsi dans le dispositif de M. Marage, qui constate d'ailleurs le déplacement total du liquide périlymphatique dans son appareil.

» Mais dans la nature *les récipients endolymphatiques possèdent eux aussi de telles voies de dégagement,* et du haut en bas de la série, dans toutes les formations auriculaires, ce dégagement, que j'ai appelé la *compensation labyrinthique,* est assuré, soit par communication directe avec l'extérieur, soit par abouchement avec des prolongements pneumatiques, soit par ouverture dans la cavité endocranienne. Dans la première expérience de M. Marage, cette voie de compensation n'existe pas, et naturellement le liquide endolymphatique, comprimé de toutes parts, et dans l'impossibilité de refluer, reste immobile. Dans la seconde, le liquide endolymphatique possède un tube de dégagement, pour animer, il est vrai, une flamme manométrique; et M. Marage constate alors que, sous l'influence des variations de pression produites par l'ébranlement, le ménisque qui forme la surface libre du liquide dans ce tube est animé de mouvements très rapides

de bas en haut, qu'indiquent les différences de pression. Ces *mouvements* indiquent, avant tout, le *déplacement* du liquide, qui cède à la pression et recule pour ne pas la subir, dès que ce recul lui est permis. »

PHYSIOLOGIE. — *Les ganglions nerveux des racines postérieures appartiennent au système du grand sympathique.* Note de M. **N.-Alberto Barbieri**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Je crois avoir déjà démontré que les cellules des ganglions spinaux appartiennent au système du grand sympathique, et que les tubes nerveux des racines postérieures ne contractent aucune relation avec ces mêmes cellules. J'ai cherché ensuite par des expériences de physiologie à contrôler, autant que possible, les résultats préliminaires que j'avais obtenus par l'histologie (1).

» A cet effet, j'ai divisé en plusieurs lots un certain nombre de Batraciens (*Rana temporaria*) et j'ai soumis chaque lot à des expériences différentes, dans l'ordre suivant :

» *Lot I.* — On met à nu, sur le côté gauche de l'animal, le ganglion de la dixième paire des nerfs spinaux et l'on pratique en même temps la section des racines antérieures et postérieures. L'intervalle entre les extrémités des racines coupées doit être assez long pour empêcher toute suture de ces extrémités comme il a été observé parfois pour les bouts des nerfs divisés. Deux ou trois mois après l'opération, on constate une paralysie du membre postérieur gauche. Cette paralysie va en augmentant d'une manière lente et progressive. Des ulcérations apparaissent sur la face latérale externe de la jambe gauche et sur d'autres endroits du membre qui ne sont pas toujours en rapport avec le territoire de distribution de la dixième partie des nerfs spinaux.

» *Lot II.* — On découvre à gauche le ganglion de la dixième paire des nerfs spinaux ; on coupe le nerf mixte (protonerf) en dessous du ganglion, on suture bout à bout le nerf ainsi divisé et l'on constate, 2 mois après l'opération, une complète réintégration anatomique du nerf mixte suturé sans que le moindre trouble se soit produit.

» *Lot III.* — On met à découvert à gauche le ganglion de la dixième paire des nerfs spinaux ; on coupe les racines antérieures et postérieures au-dessus du ganglion spinal et l'on suture bout à bout les racines séparées. On constate, 3 mois après l'opération, la réintégration anatomique de ces racines.

» *Lot IV.* — On isole à gauche le ganglion de la dixième paire des nerfs spinaux ; on coupe les racines antérieures et postérieures dans un intervalle équidistant, autant que possible, du ganglion et de leur origine médullaire. On suture la branche médul-

(1) *Comptes rendus*, 9 avril 1900.

laire de la racine postérieure avec la branche périphérique de la racine antérieure, et la branche médullaire de la racine antérieure avec la branche périphérique de la racine postérieure. On constate, après 2 mois, la réintégration anatomique des racines ainsi suturées en croix.

» *Lot V.* — On met à nu à gauche le ganglion de la dixième paire des nerfs spinaux; on laisse intacte la racine antérieure, on enlève le ganglion et l'on suture la racine postérieure avec le bout périphérique du nerf mixte dépourvu du ganglion. Pour enlever le ganglion il faut employer les ciseaux courbés. On constate, après 2 mois, la réintégration anatomique de la racine postérieure avec le nerf mixte.

» *Lot VI.* — On découvre à gauche le ganglion de la dixième paire des nerfs spinaux, on enlève le ganglion spinal, et l'on suture séparément (ce qui est très difficile) ou bien ensemble les racines antérieures et postérieures au bout périphérique du nerf mixte. On constate, 3 mois après l'opération, la suture de ces racines avec le nerf mixte, sans que le moindre trouble se soit produit ainsi que dans les lots III, IV, V.

» On doit employer des grenouilles d'une très grande taille. La grenouille doit être fixée par sa face ventrale sur le liège. On enveloppe dans une même bande les membres postérieurs et dans des bandes séparées les membres antérieurs. On maintient la tête par une autre bande fixée à ses extrémités sur la planchette. On place sur les membres postérieurs et sur les côtés des compresses d'eau distillée. Après les opérations, toutes les grenouilles détachées ont été gardées dans de grandes cuves en zinc, divisées en compartiment.

» J'ai déjà répété ces mêmes expériences sur les Mammifères. Les résultats, ainsi que l'analyse histologique unie à l'analyse et à l'interprétation physiologique, feront l'objet d'un Mémoire ultérieur.

» Cependant, il me semble qu'à titre de simple hypothèse on peut admettre, pour l'instant, que toutes les racines médullaires sont centrifuges au point de vue de leur rôle morphologique, chimique et trophique [1]. »

PALÉONTOLOGIE. — *Les Dinosauriens de la Belgique.* Note de M. **Louis Dollo**, présentée par M. Alfred Giard.

« En m'occupant de la mise en ordre des Reptiles fossiles du Musée de Bruxelles, pour leur installation définitive dans la Nouvelle Galerie (en construction) de l'établissement, j'ai eu l'occasion de faire une découverte que je crois intéressante : celle du Mégalosaure, à Bernissart, le gîte, désormais fameux, des gigantesques Iguanodons.

» Il s'agit, probablement, du *Megalosaurus Dunkeri*. Et, pour le moment, nous n'en avons qu'une phalange, d'ailleurs caractéristique. C'est peu.

(1) *Comptes rendus*, 28 juillet 1902 et 26 janvier 1903.

Mais c'est une promesse pour l'avenir. La pièce indique un animal qui pouvait atteindre 4^m de long et 2^m de hauteur.

» A propos de cette heureuse trouvaille, il ne sera peut-être pas déplacé de résumer brièvement ici ce qu'on sait actuellement sur les Dinosauriens de la Belgique, pays qui a contribué, dans une si large mesure, au progrès des connaissances relatives à ces Reptiles disparus. C'est ce que je vais faire à présent.

» Tous les Dinosauriens recueillis en Belgique jusqu'à ce jour proviennent du Crétacé, où on les rencontre de la base au sommet.

» Ils se répartissent en trois gisements : *Bernissart,* dans le Hainaut, entre Mons et Tournai; *Lonzée,* dans la province de Namur, près de Gembloux; *Sichen*, dans le Limbourg, près de Maestricht. Bernissart appartient au Crétacé inférieur; Lonzée et Sichen, au Crétacé supérieur, quoique à des niveaux très différents.

» Dans chaque gisement, nos Dinosauriens forment des couples. Toujours le Carnassier y accompagne l'Herbivore. Et toujours, comme d'ordinaire, celui-ci est beaucoup plus grand que celui-là. Enfin, les uns et les autres, Carnassiers et Herbivores, étaient tous des types à allure bipède.

» J'en donnerai maintenant la liste documentée, et je me permettrai, pour chacun d'eux, de rappeler les publications dans lesquelles j'ai consigné, au cours des vingt dernières années, les résultats de mes études sur l'animal considéré.

» I. Dinosauriens de Bernissart. — 1. *Iguanodon Mantelli* von Meyer, 1832. — *Restes connus :* Squelette entier. — *Systématique :* Ornithopodes (Iguanodontidæ). — *Régime :* Herbivore. — *Dimensions :* Longueur, 5^m; hauteur, $3^m,50$. — *Gisement :* Argile grise. — *Age :* Wealdien. — *Bibliographie : Bull. Mus. Roy. Hist. nat. Belg.*, 1882 et 1884.; *Archives de Biologie,* 1886.

» 2. *Iguanodon bernissartensis* Boulenger, 1881. — *Restes connus :* Nombreux squelettes entiers. — *Systématique :* Ornithopodes (Iguanodontidæ). — *Régime :* Herbivore. — *Dimensions :* Longueur, 10^m; hauteur, $4^m,50$. — *Gisement :* Argile grise. — *Age.* Wealdien. — *Bibliographie* : *Bull. Mus. Roy. Hist. nat. Belg.*, 1882 à 1884; *Rev. Quest. scient.*, 1885; *Archives de Biologie,* 1886; *Bull. scient. Giard,* 1888; *Comptes rendus,* 1888.

» 3. *Megalosaurus Dunkeri* Koken, 1877. — *Restes connus :* Dents, vertèbres, os des membres. — *Systématique :* Théropodes (Megalosauridæ). — *Régime :* Carnassier. — *Dimensions :* Longueur, 4^m; hauteur, 2^m. — *Gisement :* Argile grise. — *Age :* Wealdien.

» II. Dinosauriens de Lonzée. — 1. *Craspedodon lonzeensis* Dollo, 1883. — *Restes connus :* 3 dents. — *Systématique :* Ornithopodes (Iguanodontidæ). — *Régime :* Herbivore. — *Dimensions :* Longueur, 5^m; hauteur, $3^m,50$. — *Gisement :* Glauconie

argileuse. — *Age :* Turonien. — *Bibliographie : Bull. Mus. Roy. Hist. nat. Belg.*, 1883; *Annal. Soc. scient. Brux.*, 1885.

» 2. *Megalosaurus lonzeensis* Dollo, 1903. — *Restes connus :* 1 phalange unguéale. *Systématique :* Théropodes (Megalosauridæ). — *Régime :* Carnassier. — *Dimensions :* Longueur, 3^{m},50; hauteur, 1^{m},75. — *Gisement :* Glauconie argileuse. — *Age :* Turonien. — *Bibliographie : Bull. Mus. Roy. Hist. nat. Belg.*, 1883.

» III. Dinosauriens de Sichen. — 1. *Orthomerus Dolloi,* Seeley, 1883. — *Restes connus :* Vertèbres et os des membres. — *Systématique :* Ornithopodes (Hadrosauridæ). — *Régime :* Herbivore. — *Dimensions :* Longueur, 5^{m}; hauteur, 3^{m},50. — *Gisement :* Tuffeau. — *Age :* Maestrichtien. — *Bibliographie : Bull. Mus. Roy. Hist. nat. Belg.*, 1883.

» 2. *Megalosaurus Bredai,* Seeley 1883. — *Restes connus* : Fémur. — *Systématique* : Théropodes (Megalosauridæ). — *Régime* : Carnassier. — *Dimensions* : Longueur, 3^{m},50; Hauteur, 1^{m},75. — *Gisement* : Tuffeau. — *Age* : Maestrichtien.

» Il ressort de ce qui précède que la taille des Dinosauriens de la Belgique, d'après les matériaux connus aujourd'hui, variait, pour les Herbivores, de 5^{m} (*Iguanodon Mantelli, Craspedodon lonzeensis, Orthomerus Dolloi*) à 10^{m} (*Iguanodon bernissartensis*), avec une hauteur de 3^{m},50 à 4^{m},50; et, pour les Carnassiers, de 3^{m},50 (*Megalosaurus lonzeensis, Megalosaurus Bredai*) à 4^{m} (*Megalosaurus Dunkeri*), avec une hauteur de 1^{m},75 à 2^{m}.

» L'âge du gisement des Dinosauriens de Bernissart, sur lesquels je me propose de revenir, en un travail monographique, quand leur préparation sera complètement achevée, a été déterminé par M. E. Dupont, Directeur du Musée royal d'Histoire naturelle; celui du gisement des Dinosauriens de Lonzée et de Sichen, par M. A. Rutot, Conservateur audit Établissement. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Étude biologique sur le parasitisme :* Ustilago Maydis. Note de M. **Julien Ray**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Depuis plusieurs années nous poursuivons des recherches sur les maladies des plantes, en vue de déterminer les rapports physiologiques du parasite et de l'hôte, et d'établir la part des diverses conditions déterminantes du parasitisme, en les isolant ou les faisant varier.

» *Méthodes.* — Notre point de départ a toujours été de chercher à cultiver le parasite en milieu artificiel. C'est d'abord un moyen de l'avoir sans cesse à sa disposition pour l'inoculer à des plantes saines. Ensuite ce procédé nous semble être très précieux à un autre point de vue : le parasite, cultivé en milieu artificiel, se trouve modifié par ce changement, et quand on veut de nouveau le mettre en rapport avec un hôte, il

arrive souvent qu'on n'y réussit point; alors au lieu de nous demander pourquoi le microbe est parasite, nous nous demandons pourquoi il ne l'est plus; en outre, nous cherchons à faire retourner ce saprophyte au parasitisme par tous les moyens possibles, et nous pouvons ainsi étudier l'importance relative des conditions énumérées plus haut. C'est là d'ailleurs un cas particulier d'une méthode générale dont nous avons fait usage dans nos recherches : étant données, d'une part, une forme saprophyte, d'autre part, une plante supérieure, on cherche à faire vivre la première en parasite sur la seconde.

» Nous avons toujours eu recours à des cultures pures, non seulement du microbe, mais aussi des plantes destinées à être inoculées. Ceci est indispensable, car, surtout en laboratoire, de nombreux saprophytes étrangers ne manqueraient pas d'envahir les milieux nutritifs.

» Résultats : *Cultures pures.* — Sur trente espèces d'Urédinées ou d'Ustilaginées recueillies, nous avons pu obtenir des cultures pures pour neuf d'entre elles : Charbons du Blé, de l'Avoine, du Maïs, de la Saponaire, du Lychnis; Rouilles du Blé, de la Clématite, du Rosier, du Fusain. Dans tous ces cas, il s'est manifesté un développement végétatif abondant; les Charbons ont donné une forme levure, seule au début, accompagnée plus tard de mycélium; les Rouilles ont immédiatement produit un mycélium, et la Rouille du Rosier a fourni une quantité considérable de spores noires cloisonnées.

» Le milieu de culture employé le premier est un bouillon préparé avec des échantillons sains des divers hôtes et additionné de gélose. Mais sur d'autres milieux, tels que la carotte cuite à 115°, le lait stérilisé, il est possible, pour les Charbons surtout, d'obtenir des cultures très développées, sinon physiologiquement identiques aux premières.

» *Cas de l'Ustilago Maydis.* — Les spores recueillies au sein de tumeurs charbonneuses en 1901 ont été ensemencées sur bouillon de Maïs gélosé. Rapidement elles ont donné naissance à la forme levure bien connue. A l'aide de ces premières cultures ont été ensuite pratiqués des semis sur milieux moins voisins du milieu naturel : gélose additionnée de bouillons de plantes diverses (Maïs variés, Haricot, Pois, Ricin, Colchique, Piment, Capucine, Oignon), tranches de carotte et bouillon de carotte, tranches de pomme de terre, lait, solutions sucrées. Les cultures les plus abondantes s'obtiennent avec la carotte et le lait.

» Depuis près de deux ans, nous imposons au champignon la vie saprophyte. végète toujours avec la même vigueur, mais les spores caractéristiques font défaut. Réduit d'abord presque uniquement à sa forme levure, il tend maintenant vers la forme hyphomycète.

» *Pénétration du parasite dans l'hôte.* — Depuis le moment où nous avons recueilli les spores, nous pratiquons des inoculations en nous servant des cultures faites sur les milieux précédents et en prenant pour hôtes plusieurs variétés de maïs.

» Il se manifeste d'abord une grande difficulté de pénétration. On peut l'attribuer,

au moins en partie, à un changement dans la forme du champignon; celui-ci serait pour ainsi dire fixé dans sa forme levure. Et lorsqu'il pénètre, soit naturellement, soit artificiellement, il circule mal dans la plante et y produit avec peine un mycélium. On sait que si la forme schizomycète est presque la règle chez les parasites des animaux, la forme hyphomycète est très commune chez les végétaux, et même elle est en général la seule qui s'observe chez les parasites intercellulaires. Quand notre champignon tend à reprendre la forme hyphomycète, l'infection se fait plus facilement.

» Mais la nutrition joue le rôle principal. En effet, pour entrevoir la part du facteur précédent, nous avons cherché à faciliter l'entrée et la circulation du champignon par divers moyens : culture de maïs au sein de l'eau, sur fragments de verre déterminant de nombreuses coupures, sections artificielles avec des ciseaux, écrasement partiel du maïs dans son tube avec des pinces stérilisées. Remarquons qu'en même temps nous modifions, à son désavantage, l'activité vitale de la plante; or, malgré cela, nous ne constatons pas de progrès dans le parasitisme.

» *Alimentation du parasite dans l'hôte.* — Le champignon ne détruit pas le protoplasma. Il ne fait que lui disputer un aliment dont le premier n'est jamais complètement privé. Quand l'inoculation demeure sans résultat ou n'aboutit qu'à une invasion bénigne, c'est surtout par le fait d'une mauvaise nutrition du parasite.

» L'expérience suivante le prouve : des semis de maïs sont pratiqués sur des solutions sucrées; alors la plante utilise les sucres ainsi fournis de préférence aux réserves de sa graine, et ses tissus renferment un excès de sucre; dans ces conditions, on obtient une invasion rapide et totale de l'hôte.

» En temps ordinaire, celui-ci consomme les matières hydrocarbonées assimilables trop rapidement pour que le parasite puisse en prendre sa part.

» Quoi qu'il en soit, le parasite transforme, d'une façon continue, pour son alimentation, une substance qu'il saisit au passage, qu'il détourne partiellement d'une autre transformation imposée à cette substance par le protoplasma de l'hôte. Ces deux transformations, la première due à l'activité du parasite, la seconde à celle de l'hôte, s'accomplissent vraisemblablement comme la plupart des phénomènes de ce genre, sous l'influence de diastases. Et alors l'action nuisible du champignon consiste en la destruction d'une partie de l'aliment destiné à l'hôte, sous l'influenre d'une sécrétion diastasique; la résistance de l'hôte consiste en un accroissement d'activité dans sa sécrétion propre.

» Le fait suivant vient à l'appui de cette manière de voir. Si l'on broye les plants de maïs extraits de leurs cultures pures, et que l'on offre comme aliment au champignon le liquide obtenu en filtrant immédiatement le jus de maïs à l'aide d'un filtre de Kitasato, on n'observe point de développement.

» Par contre, il est possible de déterminer une infection totale du même maïs en ralentissant son activité vitale. Nous avons essayé avec succès l'influence de vapeurs d'éther; il suffit d'immerger un instant dans l'éther le tampon de ouate d'une culture pure et de le replacer ensuite.

» Voici encore un autre procédé : chauffons lentement une culture pure de maïs jusqu'à une température de 70°, de manière à ralentir peu à peu les fonctions de la plante jusqu'à les arrêter : l'inoculation est encore suivie d'une invasion rapide et totale.

» Par ces deux méthodes nous avons permis à la plante de préparer justement

ces termes de passage dont le champignon se nourrit, mais nous l'avons empêchée de les utiliser.

» Le fait qu'on obtient un développement abondant sur maïs stérilisé ou carotte stérilisée à l'autoclave ne contredit nullement le résultat précédent, car la stérilisation par la chaleur modifie considérablement le milieu de culture. »

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie de la Montagne des Français (Madagascar).* Note de M. **Paul Lemoine**, présentée par M. de Lapparent.

« Sur les conseils de M. Munier-Chalmas, j'ai entrepris l'étude de l'Extrême-Nord de Madagascar. On ne possédait pas sur cette région de renseignements stratigraphiques précis. MM. Coridon, Schneebli et quelques autres voyageurs en avaient rapporté des fossiles étudiés par MM. Cotteau, Lambert, Boule, de Grossouvre, Haug, Fliche; mais on ignorait leur gisement d'origine. Chargé d'une mission par MM. les Ministres de l'Instruction publique et des Colonies, j'ai pu y faire une première campagne de 6 mois, que le haut appui de M. le général Gallieni et de M. le général Joffre m'a grandement facilitée.

» La Montagne des Français, avec ses annexes, le mont Carré et le mont Raynaud, constitue une petite région intéressante; c'est, avec le massif de Windsor-Castle, le seul point où, au nord de Madagascar, le Crétacé supérieur et l'Eocène n'aient pas été enlevés par érosion. Les différents étages du Crétacé inférieur n'affleurent pas dans la Montagne des Français; mais il est vraisemblable qu'ils sont tous représentés dans le territoire de Diégo-Suarez : on les retrouve partiellement en des points protégés par des coulées de basalte. Je me propose de les étudier dans une Note ultérieure.

» Le Cénomanien le plus inférieur (Vraconnien) se voit bien au mont Raynaud.

» J'y ai trouvé : *Anisoceras armatum* Sow.; *A. Oldhamianum* Stol.; *Puzosia planulata* Sow.; *P. compressa* Kossm.; *Placenticeras cf. Warthi* Kossm.; *Schlœnbachia inflata* Sow.; *S. propinqua?* Sow.; *S. cf. Buarquiana* White; *Acanthoceras cf. naviculare* Mantell; *Turrilites Gresslyi* Pictet et Campiche; *T. circumtæniatus* Kossm.; *Phylloceras cf. Velledæ* Mich.; *Lytoceras Timotheanum* Mayer, etc., etc. C'est là que M. Coridon avait recueilli les fossiles signalés par M. Haug.

» Une zone cénomanienne plus élevée affleure dans la vallée de la Bétaitra.

» Elle contient de nombreux fossiles pyriteux; je citerai seulement *Acanthoceras* (?)

vicinale Stol.; *Douvilleiceras cf. Mantelli* Sow.; *Mammites cf. nodosoides* Schlot.; *Scaphites æqualis* Sow.; *Turrilites Gresslyi* P. et C.; *Baculites Gaudini* P. et C.; *Phylloceras subalpinum* d'Orb.; *Serpula ootatorensis* Stol.; *Ostrea* sp. Le même niveau fossilifère se retrouve près d'Antsirano, dans des couches plus marneuses; de ce gisement proviennent, sans aucun doute, les espèces citées par M. Haug. Il faut y ajouter *Schl. inflata* Sow. et quelques autres espèces non encore déterminées.

» Dans le massif de l'Embrasure, entre les dernières assises cénomaniennes fossilifères et les marnes blanches aturiennes, s'élèvent deux séries de marnes bleues non fossilifères, puissantes chacune de 30^{m} environ et séparées l'une de l'autre par 20^{m} de grès, alternant avec de petits lits d'argile. Il est probable que les séries moyenne et supérieure représentent l'Emschérien.

» En effet, ces assises de grès et d'argiles supérieures pourraient avoir comme équivalent latéral les marnes et grès pyriteux des environs d'Ambohimarina et du mont Carré, qui contiennent une faune très analogue à celle de l'Emscherien inférieur : *Placenticeras cf. Fritschi* de Gross., *Gauthiericeras cf. Margæ* Schl., *Barroisiceras, Pachydiscus cf. rotalinus* Stol., *Puzosia cf. Mülleri* de Gross., *Turrilites cf. indicus* Stol., *Gaudryceras cf. multiplexum* Kossm., *G. glaneggense* Redt., *Nautilus* du gr. de *N. elegans* d'Orb. M. Boule a bien voulu me permettre d'étudier les fossiles rapportés au Muséum par MM. Coridon et Schneebli; ils proviennent certainement du même point que les miens. Il a déjà signalé la très curieuse association de *Barr. Haberfellneri* von Hauer avec *Schl. inflata* Sow., et il faut, dès à présent, ajouter à la liste précédente les formes qu'il a indiquées : *Schl. propinqua* Stol., *Phylloceras Velledæ* Mich., *Holcodiscus Theobaldinus* Stol., *Acteon ovum* Duj.

» Au-dessus de ces assises à *Placenticeras* se développent des marnes gréseuses, à rares débris de végétaux, atteignant 70^{m} d'épaisseur.

» Elles supportent des grès grossiers, ferrugineux et rougeâtres dans l'ouest, plus clairs dans l'est, très peu épais (2^{m}). Ces grès n'existent pas dans le nord de la Montagne des Français, notamment dans le massif de l'Embrasure; ils contiennent de nombreux galets de quartz et indiquent un démantèlement côtier ou des apports continentaux.

» MM. de Grossouvre et Haug y ont signalé *Nautilus Bouchardianus* d'Orb., *Scaphites, Hauericeras Rembda* Stol., *Brahmaites Brahma* Stol., *Puzosia, Phylloceras, Baculites, Alaria*. Outre ces espèces, j'y ai trouvé *Gauthiericeras cf. Margæ* Schl. et un *Peroniceras* très voisin de *P. dravidicum* Kossm., ce qui permet d'établir le synchronisme avec l'Inde et l'Europe, et d'affirmer l'âge coniacien de cette faune. M. Fliche a signalé dans ces grès la présence du phosphate tricalcique (54 pour 100). Cette teneur est malheureusement tout à fait exceptionnelle; on a analysé un fragment de bois phosphaté (*Araucarioxylon madagascariense* Fliche). De nouvelles analyses, faites sous la direction de M. Georges Lemoine, ont montré que la proportion normale de phosphate tricalcique était très variable et beaucoup moindre (au maximum 9 pour 100).

» Les marnes blanches aturiennes à Echinides, qui m'ont servi de limite fossilifère dans le massif de l'Embrasure, y ont une épaisseur de 80^m.

» C'est là que j'ai retrouvé en assez grande abondance les espèces décrites par MM. Cotteau et Lambert : *Lampadaster Grandidieri* Cott., *L. Gauthieri* Lamb., *Guettaria Rocardi* Cott., *Menuthiaster Cotteaui* Lamb., *Micraster Meunieri* Lamb., *Infulaster Boulei* Lamb., et de plus *Isaster* sp., *Isopneustes* sp., *Micraster* sp., *Encrinus, Terebratula, Inoceramus,* etc. A Ambohimarina et au mont Carré, l'épaisseur de ces couches est réduite à 15^m; leur aspect est celui de marnes schisteuses rouges; les fossiles y sont tous déformés par pression. Cette faune d'Echinides rappelle, par sa constitution, celle que M. Pervinquière a rapportée de Tunisie et dont l'âge aturien supérieur est indiscutable.

» Ces assises calcaires aturiennes à *Lampadaster* passent progressivement vers leur partie supérieure à des couches de grès et de sables quartzeux blancs et sans fossiles: au-dessus viennent des argiles supportant des bancs de calcaires dolomitiques. Il est à présumer que ces assises représentent la partie terminale du Crétacé.

» La série tertiaire débuterait par des grès rougeâtres, à stratification entrecroisée, et se continuerait par des sables blancs, à stratification régulière, pour se terminer par des bancs de calcaire gréseux à *Nummulites*, représentant l'Eocène moyen.

» Sur le sommet le plus élevé de la Montagne des Français, au mont Bararata (420^m?), au-dessus des calcaires à *Nummulites*, on rencontre des basaltes qui sont les restes d'une grande coulée venant du massif d'Ambre; sur tous les autres points, cette coulée à été enlevée par érosion; mais on retrouve des blocs assez nombreux de basaltes dans les alluvions de plusieurs rivières, comme celle de l'Antsoha, dont le bassin actuel n'a pas accès au mont Bararata, ni au massif d'Ambre.

» C'est grâce, d'une part, à la présence de cette coulée de basalte et, d'autre part, à celle des calcaires très durs à *Nummulites* que le Crétacé supérieur n'a pas été enlevé par érosion à la Montagne des Français. »

HYDROLOGIE. — *Sur l'enfouissement des eaux souterraines et la disparition des sources.* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les récentes explorations souterraines ont formellement démontré comment les cours d'eau, sous la quadruple influence de la fissuration des roches, de la pesanteur, de la corrosion et de l'érosion, tendent à aban-

donner la surface du sol particulièrement dans les régions calcaires. La multiplication des vallées sèches, le creusement progressif des cavernes, le soutirage de plus en plus actif des ruissellements par les points d'absorption transforment en axiome la loi hydrologique, que j'ai depuis plusieurs années formulée, de la substitution générale (du moins en terrains fissurés) d'une circulation souterraine à la circulation superficielle : il est désormais acquis que les cavernes ont *capturé* ou sont *en train de capturer* les rivières externes de leur voisinage ; la fuite des eaux est un grand péril futur pour l'alimentation, l'agriculture et l'industrie des contrées où elle sévit.

» Or, cette dessiccation de l'écorce terrestre calcaire est bien plus rapide qu'on ne le croirait *a priori*. Quelques exemples pris au hasard, parmi des manifestations récentes, et même contemporaines, montreront que ce grave phénomène du dessèchement se poursuit sur une échelle de temps parfaitement accessible à l'observation directe.

» Dans son récent ouvrage *Sur l'*Odyssée *et les Phéniciens*, M. V. Bérard identifie l'îlot de Péregil (Maroc) avec l'île et la grotte de Calypso décrites par Homère, à cette différence près qu'on n'y trouve plus les quatre sources d'autrefois; M. L. De Launay, adoptant mes vues, n'hésite pas (*La Nature*, 24 janvier 1903) à expliquer ce tarissement par les progrès de la dessiccation depuis 2000 ans.

» Au xve siècle les sources de la Cologne (Aisne) se trouvaient bien en amont de leur position actuelle; de même celles de l'Escaut sourdaient, il y a 200 ans, à un endroit *dont le souvenir a été conservé* sous le nom de *Sommescaut*.

» D'après un ancien *Voyage en France*, publié en 1643, la grande caverne de Miremont (Dordogne) possédait alors « des fontaines et des fleuves dont un large » de 100 ou 120 pieds ». En 1893 je n'y ai pas trouvé un seul filet d'eau courante.

» La statistique de Vaucluse de Pazzis (1808) énonce que le Caulon ou Calavon, à Apt, est presque sans eau en été alors que jadis, selon des actes fort anciens, on affermait à Apt la pêche de son poisson : de plus en plus soutiré par la fontaine de Vaucluse, le Caulon est maintenant plus sec encore qu'il y a 100 ans.

» J'ai établi naguère comment l'enfouissement du Bonheur (Gard) dans les cavernes de Bramabian s'est produit à une époque relativement récente (*Comptes rendus*, 3 décembre 1888). Depuis lors, j'ai relevé des modifications très caractéristiques du rapide approfondissement de ses chenaux souterrains.

» A Montfaucon-du-Lot, en 1893, une source, en diminution visible depuis 15 ans, avait délaissé les deux bassins de réception où on l'avait antérieurement captée; il en est résulté le chômage de quatre moulins.

» Dans la Charente-Inférieure, au sud de Gémozac, la rivière de la Seudre qui, vers 1850, disparaissait sur un peu plus de $2^{km},500$, était à sec sur près de 10^{km} en octobre 1901, et le moulin de Moquerat s'est arrêté, faute d'eau, il y a une vingtaine d'années. Partout on rencontre d'autres arrêts analogues (massif des Arbailles, près Mauléon, Basses-Pyrénées; sources de la Reverotte, Doubs, etc., etc.).

» La Belgique est particulièrement riche en *captures* actuelles.

» Dans la Charente, à la grotte de Rancogne, diminuent sensiblement les infiltrations de la Tardoire dont les pertes rétrogradent vers l'amont, et M. G. Chauvet remarque, depuis plusieurs années, que la résurgence du Lien, où reparaît la Péruse, semble avoir la même tendance.

» Dans l'Yonne, l'Aube, la Marne, la Normandie, la Somme, abondent les *descentes* de sources vers l'aval et les réductions de débit. (Voir M. Pourbaix-Ledune, *Journal d'Amiens*, 11 février 1903.)

» Depuis 1875, le haut Danube s'absorbe de plus en plus dans les pertes d'Immendingen (Bade) qui font de son cours supérieur, pendant presque tout l'été, un affluent du Rhin grâce à la *capture* opérée par la résurgence de l'Aach.

» La multiplication indéfinie de ces sortes d'exemples n'est qu'une affaire d'enquête approfondie.

» Ainsi, comme je le prévoyais dès 1894 (*Les Abîmes*, p. 186 et 555), les sources des terrains fissurés, après avoir donné lieu à une si pénible lutte hygiénique, au point de vue *qualitatif*, contre les contaminations microbiennes, exigent maintenant que l'on s'occupe sérieusement de la question *quantitative*, c'est-à-dire de leurs diminution et disparition, réalisables avec une rapidité jusqu'à présent non soupçonnée.

» Comme corollaire des faits qui précèdent, il faut rappeler, dans l'ordre de l'évolution géologique et des durées qui échappent encore à nos calculs, que la capture et l'enfouissement progressifs des eaux parmi les montagnes calcaires de Provence, Ligurie, Istrie, Dalmatie, Grèce, etc., sont l'origine de ces sources sous-marines, presque toutes inutilisables, depuis longtemps signalées par Marsigli, Lorenz, Villeneuve-Flayosc, Daubrée, parfois à de grandes profondeurs sur les côtes méditerranéennes, etc. J'ai la conviction que le fleuve souterrain de Vaucluse est ainsi en train de se frayer une issue vers la mer (voir *Comptes rendus*, 10 novembre 1902, planche).

» Pour cette *lutte contre la soif* il y a deux remèdes : 1° le reboisement pour enrayer l'infiltration, et 2° l'extension des explorations souterraines pour la connaissance, l'amélioration et l'utilisation des réceptacles d'eaux douces.

» C'est ainsi que le 17 octobre 1902, à la résurgence de l'Avance, à Neuffonds (Lot-et-Garonne), la grotte des Fées, dans le calcaire tertiaire, nous a montré, à MM. Malbec, Marboutin et moi, une *fuite* de rivière souterraine précédemment ignorée; l'obstruction, facile à réaliser, de cette déperdition augmentera certainement le débit et la force motrice de la résurgence de Neuffonds au grand profit des usines (papeteries Maige) qu'elle alimente. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur les reconnaissances géographiques exécutées dans la région du Tchad.* Note de M. **Destenave**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les reconnaissances géographiques, exécutées dans la région du Tchad depuis les débuts de notre occupation, avaient été subordonnées aux possibilités résultant des perspectives de la lutte contre Rabah. Nous n'avons pas manqué de profiter de la pacification progressive du pays pour donner une impulsion active aux études géographiques (1), soit dans la région du Chari, soit dans les parties nouvellement explorées, au Tchad et au Kanem.

» I. L'exploration du Tchad, commencée au mois de décembre 1901, s'est poursuivie sans interruption jusqu'en juillet 1902, d'une part avec la canonnière, d'autre part du côté du Kanem par voie de terre.

» M. l'Enseigne de vaisseau d'Huart, commandant la canonnière, avait été chargé des observations astronomiques. Elles ont été exécutées à l'aide d'un sextant donnant les 10″, de deux montres de torpilleur, et d'un horizon artificiel à huile, le mercure faisant défaut.

» Les latitudes ont toutes été obtenues à l'aide du procédé des circumméridiennes d'étoiles, après réglage préalable de la montre sur l'heure du lieu. Les circonstances et ses multiples occupations ne lui ont pas permis d'observations directes de longitudes, mais le transport du temps en circuit fermé et vérifié en trois points sur une durée de 20 jours avec des résultats parfaitement concordants permet de considérer comme exactes les différences de longitude prises par rapport à Djimtiloh, dernier village sur le Chari, près de son embouchure dans le Tchad.

» Les observations et latitudes dans le Tchad ont été faites avec succès et vérifiées :

	Latitude.
	° ′ ″
Mishiléla	13.15.45 N
Bougroumi	13.22.15 N
Kindill	13.36.31 N
N'Guilimi	13.44.44 N
Dioléah	14.10. 0 N

(1) Sur l'initiative de M. A. Le Chatelier, la *Revue générale des Sciences* a constitué un comité d'études scientifiques africaines chargé d'évaluer les richesses de nos possessions africaines et d'établir un lien constant entre les explorateurs, les chefs militaires et les savants de la métropole.

et sur le Chari :

Djimtiloh.............................. 12°45′40″N

» En longitude, le transport du temps a été essayé du 13 juin au 8 juillet.

» Le circuit a été fermé successivement à Djimtiloh, Kindill, N'Guilimi, et les déterminations ont pu être faites pour les points suivants en prenant pour méridien origine celui de Djimtiloh :

	Latitude.	Longitude.
	° ′ ″	° ′ ″
Bougroumi.............	13.22.15 N	0. 3.36 E
Kindill.................	13.36.31 N	0.31.21 W
N'Guilimi..............	13.44.44 N	0.28.45 W
Dioléah................	14.10. 0 N	0.44. 0 W

» II. A ces observations il faut joindre les travaux supplémentaires suivants :

» 1° Étude des variations diverses des hauteurs de niveau du Tchad relevées pendant trois mois à l'embouchure du Chari.

» 2° Hydrographie détaillée de toute la partie française du Tchad.

» 3° Levé du contour des îles d'une grande partie de l'archipel Kouri et de la totalité des îles de l'archipel Boudouma, par M. l'Enseigne de vaisseau d'Huart.

» 4° Mémoire consacré à l'étude de la rive sud-est du Tchad, depuis son embouchure du Chari jusqu'au delta du Bahar el Ghazal, par M. le Capitaine Dubois.

» L'ancien delta du Bahar el Ghazal, formé par les eaux de cette vallée aujourd'hui desséchée, a été étudié en détail.

» 5° M. le Capitaine Truffert a étudié la zone est du Tchad : il a réuni d'intéressantes observations sur l'archipel des Kouris et sur l'existence de courants permanents du sud au nord-ouest dans le Tchad.

» 6° Des reconnaissances sur la côte est ont été exécutées par MM. Avon, Dhomme, Duperthuis; des levés ont été faits par M. le Lieutenant Lacoin dans la partie méridionale de l'archipel Boudouma.

» III. *Reconnaissances.* — Les plus importantes sont :

» 1° Reconnaissance de la rivière Fafa depuis sa source jusqu'à son embouchure, par MM. Bruel, Clérin, de Roll, Montpellier et Coiscaud.

» 2° Exploration du plateau des M'Brés, par M. le Capitaine Truffert (*Revue générale des Sciences* du 30 janvier 1902).

» 3° Reconnaissance de M. le Capitaine Jesson dans le Dékakiré.

» 4° Levés d'itinéraires, par M. le Capitaine Truffert, de Goudjba à Fort-Lamy en suivant les bords du Tchad, et de Dikoa à N'Guigmi sur la rive ouest du Tchad, par M. le Capitaine Dangeville.

» 5° Reconnaissances détaillées, au Kanem, jusqu'à 300^{km} à l'est du Tchad.

» 6° Reconnaissance du Lieutenant Avon jusqu'au lac Fittri.

» 7° Reconnaissance du Capitaine Dangeville, de Fort-Lamy à Yaô (lac Fittri) et à Midogo.

» IV. *Sciences géologiques.* — 1° M. le Lieutenant Lacoin, licencié ès sciences, a recueilli de nombreux échantillons dans les vallées de la Kémo, du Gribingui et du

Chari. Ces échantillons sont déposés au laboratoire de la Sorbonne, où M. le Lieutenant Lacoin en achève la détermination.

» 2° M. le Capitaine Truffert a rapporté, du curieux rocher d'Hadjer el Hamis, une série de vues et de croquis appuyés d'échantillons.

» 3° Les nombreux croquis et dessins en couleur de M. le Capitaine Truffert complètent les études géologiques et botaniques de la région du Tchad, en donnant une figuration très exacte de la plupart des poissons, oiseaux, plantes arborescentes ou herbacées qui donnent des produits alimentaires.

» 4° M. le Capitaine Dubois, déjà connu au Soudan pour ses études sur la flore forestière, a établi la carte botanique des deux rives du Chari sur une longueur de plus de 600^{km}. »

M. **Buy** adresse, du Tonkin, une Note intitulée : « De la possibilité d'utiliser les ballons en les guidant par des fils métalliques ».

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Louis Petit** adresse un « Projet de ballon dirigeable ».

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale présente la liste suivante de candidats, pour la place laissée vacante par le décès de M. *P.-P. Dehérain* :

En première ligne, par ordre alphabétique. . .	MM. **Maquenne.** **Schlœsing** fils.
En seconde ligne, par ordre alphabétique . . .	MM. **G. André.** **Gabriel Bertrand.** **Künckel d'Herculais.** **L. Lindet.** **Viala.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 février 1903.
(Suite.)

Ist die Unfreiheit unserer Kultur eine Folge der Ingenieurkunst? Rede zum Geburtsfeste seiner Majestät des Kaisers Wilhelm II, in der Halle der k. technischen Hochschule zu Berlin am 26. Januar 1903. Berlin; 1 fasc. in-4°.

1902. *Programme de la Société batave de Philosophie expérimentale de Rotterdam.* 1 fasc. in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences de Harlem et rédigées par J. Bosscha; série II, t. II, 1re livraison. La Haye, Martinus Nijhoff, 1903; 1 fasc. in-8°.

Casopis pro pestovani mathematiki a fisiky; rocnik XXXII, cislo 1, 2. Prague, 1902-1903; 2 fasc. in-8°.

Actes de la Société scientifique du Chili; t. XII, 1re et 2e livraisons, 1902. Santiago; 2 fasc. in-8°.

Censo y division territorial del Estado de Hidalgo, verificado en 1900. Mexico, 1902; 1 fasc. in-4°.

Importacion y exportacion de la Republica mexicana, ano de 1901, formadas por la direccion general de estadistica, a cargo del Dr Antonio Penafiel. Mexico, 1902; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 février 1903.

Résistance à la compression du béton armé et du béton fretté, par A. Considère, Correspondant de l'Institut. Paris, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les Eucalyptus au Jardin botanique de Toulouse, par M. le Dr D. Clos, Correspondant de l'Institut. Toulouse, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Contribution à l'étude des Annélides Polychètes de la mer Rouge, par M. C. Gravier. (Extr. des *Nouvelles Archives du Muséum,* 4e série, t. II, fasc. 2, 1900, et t. III, fasc. 2, 1900.) Paris, Masson et Cie; 2 fasc. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Notice sur les titres et travaux scientifiques de M. Charles Gravier. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 fasc. in-4°.

Notice sur François Quesnay: Appendice, 1902, par R. Allain. Beaugency, imp. Laffary; 1 fasc. in-8°.

Revue de Mécanique, revue mensuelle publiée sous la direction de M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut; t. XII, n° 1, 31 janvier 1903. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous

la direction de M. E. COLLIGNON; 102e année, t. CIV, n° 1, 31 janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-4°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France, paraissant mensuellement; 4e série, t. IV, janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-4°.

Annales d'Hydrologie et de Climatologie médicales, revue mensuelle publiée par la Société d'Hydrologie de Paris. Directeur : ALBERT ROBIN; t. VIII, n° 1, janvier 1903. Paris, C. Naud; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen; 4e série, 1er et 2e semestres 1901. Rouen, impr. Julien Lecerf, 1902; 1 vol. in-8°.

Le opere di Galileo Galilei, edizione nazionale sotto gli auspicii di Sua Maesta il Re d'Italia; vol. XII. Florence, typ. G. Barbera, 1902; 1 vol. in-8°.

Iac. Berzelius självbiografiska anteckningar; Utgifna af Kongl. Svenska Vetenskapsakademien genom H.-G. SÖDERBAUM. Stockholm, P.-A. Norstedt et fils, s. d.; 1 vol. in-8°.

Minnesfesten öfver Berzelius den 7 oktober 1898. Beskrifning pa uppdrag af Kungl. Vetenskapsakademien utarbetad af L.-F. NILSON och SEVERIN JOLIN. Stockholm. s. d,; 1 fasc. in-8°.

Tal vid K. Vetenskaps-Akademiens Minnesfest den 24 october 1901, *trehundraarsdagen af Tycho Brahes död,* af N.-C. DUNÈR. Stockholm, 1901; 1 fasc. in-8°.

Einige geometrische Sätze über die Krümmung eines Luftstroms in atmosphärischen Wirbeln, v. Prof. Dr B. SRESNEWSKY. (*Bull. de l'Acad. imp. des Sciences de Saint-Pétersbourg,* t. XVI, n° 4, avril 1902.) 1 fasc. in-4°.

Beobachtungen über thermoelektrische Ströme und Mitteilungen über ein neues Thermoelement, v. ALBRECHT HEIL. (Extr. de *Zeitschrift für Electrochimie,* 1903, n° 5.) 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Theorie der automatischen Seismographen, v. E. WIECHERT. (*Abhandl. der kön. Gesell. der Wiss. z. Göttingen. Math.-phys. Klasse,* neue Folge, Bd. II, n° 1.) Berlin, 1903; 1 fasc. in-4°.

Secular perturbations arising from the action of Jupiter on Mars, by ARTHUR BERTRAM TURNER. Philadelphie, 1902; 1 fasc. in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1901 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard,* par R. GAUTIER. Genève, 1902; 1 vol. in-8°.

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1901, résumé par R. GAUTIER. Genève, 1902; 1 fasc. in-8°.

Meteorologische Beobachtungen angestellt in Jurjew im Jahre 1901; 36ter Jahrgang. Dorpat, 1902; 1 fasc. in-8°.

Indicateur pour la prévision mensuelle du temps en Russie d'Europe..., par B. SREZNEVSKI. (En langue russe.) Jourief, 1902; 1 fasc. in-8°.

Meteorological observations at stations of the second order, for the year 1899, with frontispice map, published by direction of the Meteorological Council: Official copy, n° 156. Edinbourg, 1902; 1 vol. in-4°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 16 février 1903.)

Note de M. *J.-A. Normand,* Expressions algébriques approximatives des transcendantes logarithmiques et exponentielles :

Page 437, ligne 1, *au lieu de* moins exacte, *lisez* moins inexacte.

Note de M. *C. Fleig,* Mécanisme de l'action de la sécrétine sur la sécrétion pancréatique :

Page 464, ligne 5, *au lieu de* Baylin, *lisez* Bayliss.
Même page, ligne 17, *au lieu de* ses impuretés, *lisez* ces impuretés.
Même page, ligne 20, *au lieu de* Henriquez, *lisez* Enriquez.

(Séance du 23 février 1903.)

Note de M. *Berthelot,* Loi des forces électromotrices des dissolutions salines : influence de la température :

Page 482, ligne 13, *au lieu de*

$$ZnCl^2(Zn) \mid NaCl \mid HCl \mid NaOH \mid NaCl \mid ZnCl(Zn),$$

lisez

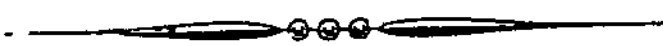
$$ZnCl^2(Zn) \mid NaCl \mid HCl \mid NaOH \mid NaCl \mid ZnCl^2(Zn).$$

Même page, ligne 17, *au lieu de*

$$AzO^3Zn(Zn) \mid AzO^3Na \mid AzO^3H \mid NaOH \mid AzO^3Na \mid AzO^3Na(Zn),$$

lisez

$$(AzO^3)^2Zn(Zn) \mid AzO^3Na \mid AzO^3H \mid AzO^3Na \mid (AzO^3)^2Zn(Zn).$$



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MARS 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Théorie générale de la translucidité.* Note de M. J. **Boussinesq.**

« I. Généralisant la théorie de l'extinction graduelle des ondes planes à mouvements pendulaires, que j'ai donnée dans une Note précédente (¹), imaginons notre milieu d'abord transparent, ou parfaitement conservateur de l'amplitude des vibrations à toute distance, et régi par des équations linéaires, aux dérivées partielles des déplacements ξ, η, ζ en x, y, z, t, d'ordres quelconques, sous l'unique condition de compatibilité effective avec cette conservation. Puis rendons le milieu *translucide*, c'est-à-dire *très légèrement* opaque *sous les épaisseurs comparables à la longueur d'onde*, en introduisant dans ses équations de mouvement de nouveaux termes, pareils à ceux qui y figuraient avec ξ, η, ζ différentiés par rapport au temps t, mais où il y ait toutefois *une dérivation de moins en t*, c'est-à-dire où paraissent, par exemple, les vitesses ξ', η', ζ', au lieu des accélérations ξ'', η'', ζ'' (²). J'appellerai $2a', 2b', \ldots$ les *très petits* coefficients de ces nouveaux termes.

» La proportionnalité de ξ, η, ζ, dans les solutions simples *symboliques*, à l'exponentielle $e^{k(t-Lx-My-Nz)\sqrt{-1}}$, fera que ces termes auront la forme de

---

(¹) *Comptes rendus* (séance du 2 février 1903, p. 273).

(²) Il ne serait pas difficile de montrer que cette généralisation n'est pas purement théorique, et que, à un degré suffisant de précision, il y aurait effectivement de pareils termes, les uns, de dispersion, en $\Delta_2(\xi', \eta', \zeta')$, les autres, de polarisation rotatoire, en $\frac{d\eta'}{dz} - \frac{d\zeta'}{dy}, \ldots$, etc.

leurs analogues anciens, mais avec un facteur $k\sqrt{-1}$ de moins (puisque toute dérivation en t introduit ce facteur), ou, ce qui revient au même, avec les coefficients $\frac{2(a', b', \ldots)}{k\sqrt{-1}}$, équivalant à $-\frac{2(a', b', \ldots)}{k}\sqrt{-1}$. Si, par exemple, $\frac{1}{a^2}, \frac{1}{b^2}, \ldots$, désignent les coefficients des anciens termes, l'introduction des nouveaux reviendra donc à remplacer $\frac{1}{a^2}, \frac{1}{b^2}, \ldots$ par

$$\frac{1}{a^2} - \frac{2a'}{k}\sqrt{-1}, \quad \frac{1}{b^2} - \frac{2b'}{k}\sqrt{-1}, \quad \ldots,$$

ou $a, b, \ldots$ par

$$a\left(1 + \frac{a^2 a'}{k}\sqrt{-1}\right), \quad b\left(1 + \frac{b^2 b'}{k}\sqrt{-1}\right), \quad \ldots.$$

Dès lors, soient A, B, ... les coefficients modifiés, savoir, les coefficients primitifs $a, b, \ldots$ du milieu transparent, ainsi accrus de *petites* parties imaginaires $\delta A = \frac{a^3 a'}{k}\sqrt{-1}$, $\delta B = \frac{b^3 b'}{k}\sqrt{-1}, \ldots$; et admettons que, L, M, N s'appelant l, m, n dans ce milieu transparent, l'équation, *réelle* par hypothèse, qui y reliait l, m, n à $a, b, \ldots$, fût

$$(1) \qquad F(a, b, \ldots, l, m, n) = 0.$$

» La forme *analytique* des équations de mouvement s'est conservée. Donc, les mêmes calculs algébriques qui avaient conduit à cette relation (1), et qui continueront à s'appliquer aux exponentielles, maintenant un peu moins simples, de la question, subsisteront. Et ils donneront actuellement $F(A, B, \ldots, L, M, N) = 0$, où L, M, N auront désormais, à côté de parties réelles, que l'on peut continuer à appeler l, m, n (sans affirmer encore leur identité à celles de mêmes noms pour les milieux transparents primitifs), de très petites parties purement imaginaires δL, δM, δN, imposées, par la présence de δA, δB, ..., aux coefficients de x, y, z dans l'exponentielle $e^{k(t-Lx-My-Nz)\sqrt{-1}}$ des expressions ξ, η, ζ symboliques.

» Il est aisé de voir d'ailleurs que $\delta(L, M, N)$ auront les formules $-\frac{f\sqrt{-1}}{k}\cos(\alpha', \beta', \gamma')$, si f désigne le *coefficient d'extinction* des ondes et α', β', γ' les trois angles faits avec les axes par la normale aux plans d'égale amplitude.

» II. Les très petites variations $\delta(A, B, \ldots, L, M, N)$ étant ainsi des

quantités purement imaginaires dans l'équation de forme réelle

$$F(a+\delta A, b+\delta B, \ldots, l+\delta L, m+\delta M, n+\delta N)=0,$$

qui revient sensiblement à

$$F(a, b, \ldots, l, m, n)+\frac{dF}{da}\delta A+\frac{dF}{db}\delta B+\ldots+\frac{dF}{dl}\delta L+\frac{dF}{dm}\delta M+\frac{dF}{dn}\delta N=0,$$

le premier terme, $F(a, b, \ldots, l, m, n)$, représente *à lui seul* la partie réelle de l'équation. Donc on aura séparément : 1° d'abord, $F(a, b, \ldots, l, m, n)=0$, c'est-à-dire, après substitution à l, m, n de $\frac{\cos(\alpha, \beta, \gamma)}{\omega}$ (où seront donnés les angles α, β, γ de la normale aux ondes avec les axes), la même équation, (1), aux vitesses de propagation ω des ondes, que dans le milieu transparent primitif; et, 2°

$$(2) \qquad \frac{dF}{da}\delta A+\frac{dF}{db}\delta B+\ldots+\frac{dF}{dl}\delta L+\frac{dF}{dm}\delta M+\frac{dF}{dn}\delta N=0,$$

ou bien, vu les valeurs indiquées de $\delta(A, B, \ldots, L, M, N)$ et en résolvant finalement par rapport à f,

$$(3) \qquad f=\frac{\frac{dF}{da}a^3a'+\frac{dF}{db}b^3b'+\ldots}{\frac{dF}{dl}\cos\alpha'+\frac{dF}{dm}\cos\beta'+\frac{dF}{dn}\cos\gamma'}.$$

» On sait que les dérivées partielles de F en l, m, n sont proportionnelles aux cosinus directeurs du *rayon* suivant lequel se transmet le mouvement vibratoire dans les ondes ([1]). Par suite, le dénominateur de l'expression (3) de f est le produit du radical $\sqrt{\frac{dF^2}{dl^2}+\frac{dF^2}{dm^2}+\frac{dF^2}{dn^2}}$ par le cosinus de l'angle que fait la normale aux plans d'égale amplitude avec le rayon correspondant aux ondes considérées. Ainsi, pour un mode donné de polarisation des vibrations dans des ondes de direction connue et de propagation uniforme, c'est inversement à ce cosinus (plus exactement qu'à celui de l'angle V'' des deux normales respectives aux ondes et aux plans d'égale amplitude), ou *inversement au sinus de l'inclinaison du rayon sur la face d'entrée de la lumière dans le corps*, que se fera l'absorption.

» III. Formons l'équation différentielle (2) sur les équations mêmes du mouvement, sans recourir à l'équation finie $F=0$.

---

(1) Voir, à ce sujet, *Comptes rendus* du 13 octobre 1902, t. CXXXV, p. 559.

» Soient L′, M′, N′ les coefficients de $e^{k(t-Lx-My-Nz)\sqrt{-1}}$, dans les expressions symboliques de ξ, η, ζ.

» La substitution de celles-ci dans les équations du mouvement donnerait, si le milieu était transparent, trois relations de la forme

$$(4)\quad \begin{cases} \varphi L' + \chi M' + \psi N' = 0, \qquad \varphi_1 L' + \chi_1 M' + \psi_1 N' = 0, \\ \qquad\qquad \varphi_2 L' + \chi_2 M' + \psi_2 N' = 0, \end{cases}$$

où $\varphi, \chi, \ldots, \psi_2$ seraient neuf polynomes connus en l, m, n, à coefficients $\frac{1}{a^2}$, $\frac{1}{b^2}$, ... Alors, en appelant λ, μ, ν certains déterminants partiels (formés avec ces neuf éléments), satisfaisant au système

$$(5)\quad \varphi\lambda + \chi\mu + \psi\nu = 0, \qquad \varphi_1\lambda + \chi_1\mu + \psi_1\nu = 0, \qquad \varphi_2\lambda + \chi_2\mu + \psi_2\nu = 0,$$

la vérification des équations du mouvement exigerait tout à la fois, chez le milieu transparent, la proportionnalité de L′, M′, N′ à λ, μ, ν et l'annulation du déterminant total des neuf éléments, annulation qui constitue l'équation $F = 0$.

» Mais, dans le milieu translucide, où $a, b, \ldots, l, m, n$ se trouvent accrus de $\delta(A, B, \ldots, L, M, N)$ et où d'ailleurs L′, M′, N′ ont cessé d'être exactement proportionnels à λ, μ, ν, les équations (4) deviendront

$$(6)\quad \begin{cases} (\varphi + \delta\varphi)L' + (\chi + \delta\chi)M' + (\psi + \delta\psi)N' = 0, \\ (\varphi_1 + \delta\varphi_1)L' + \ldots = 0, \qquad (\varphi_2 + \delta\varphi_2)L' + \ldots = 0, \end{cases}$$

où $\delta(\varphi, \chi, \ldots, \psi_2)$ désignent les variations linéaires de $\varphi, \chi, \ldots, \psi_2$, simultanées aux variations $\delta(A, B, \ldots, L, M, N)$, indiquées ci-dessus, de $a, b, \ldots, l, m, n$.

» Or, appelons λ', μ', ν' les déterminants partiels, formés toujours avec $\varphi, \chi, \ldots, \psi_2$, qui satisfont au système

$$(7)\quad \varphi\lambda' + \varphi_1\mu' + \varphi_2\nu' = 0, \qquad \chi\lambda' + \chi_1\mu' + \chi_2\nu' = 0, \qquad \psi\lambda' + \psi_1\mu' + \psi_2\nu' = 0,$$

compatible en raison de l'annulation du déterminant total des neuf éléments. Les trois équations (6), multipliées par λ', μ', ν' et ajoutées, donneront évidemment

$$(8)\quad L'(\lambda'\delta\varphi + \mu'\delta\varphi_1 + \nu'\delta\varphi_2) + M'(\lambda'\delta\chi + \mu'\delta\chi_1 + \ldots) + N'(\lambda'\delta\psi + \ldots) = 0.$$

» Une altération insignifiante des coefficients L′, M′, N′, permet de leur substituer, sauf erreur négligeable du second ordre dans (8), leurs valeurs

proportionnelles λ, μ, ν du cas de transparence; et il vient enfin l'équation différentielle cherchée en $\delta(A, B, \ldots, L, M, N)$:

$$(9)\quad \lambda(\lambda'\delta\varphi + \mu'\delta\varphi_1 + \nu'\delta\varphi_2) + \mu(\lambda'\delta\chi + \mu'\delta\chi_1 + \nu'\delta\chi_2) + \nu(\lambda'\delta\psi + \ldots) = 0.$$

» IV. Appliquons cette méthode à nos équations du mouvement de l'éther, pour le cas où il y a coïncidence des directions principales des deux parties symétriques des résistances :

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d^2}{dt^2}\left(\frac{\xi}{a^2} - \frac{\mathrm{f}}{k}\sqrt{-1}\,\eta + \frac{\mathrm{e}}{k}\sqrt{-1}\,\zeta,\ \frac{\mathrm{f}}{k}\sqrt{-1}\,\xi + \frac{\eta}{b^2} - \frac{\mathrm{d}}{k}\sqrt{-1}\,\zeta,\right.\\ &\qquad\qquad\left. - \frac{\mathrm{e}}{k}\sqrt{-1}\,\xi + \frac{\mathrm{d}}{k}\sqrt{-1}\,\eta + \frac{\zeta}{c^2}\right)\\ &\quad = \Delta_2(\xi, \eta, \zeta) - \frac{d\left(\dfrac{d\xi}{dx} + \dfrac{d\eta}{dy} + \dfrac{d\zeta}{dz}\right)}{d(x, y, z)}. \end{aligned}\right.$$

» A part le facteur k^2, les polynomes φ, χ, ψ, $\ldots$, ψ_2, si nous appelons U, V, W les trois différences $l^2 + m^2 + n^2 - \frac{1}{(a^2, b^2, c^2)}$, auront les expressions :

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} &\varphi = \mathrm{U} - l^2, && \chi = -lm + \frac{\mathrm{f}}{k}\sqrt{-1}, && \psi = -ln - \frac{\mathrm{e}}{k}\sqrt{-1},\\ &\varphi_1 = -ml - \frac{\mathrm{f}}{k}\sqrt{-1}, && \chi_1 = \mathrm{V} - m^2, && \psi_1 = -mn + \frac{\mathrm{d}}{k}\sqrt{-1},\\ &\varphi_2 = -nl + \frac{\mathrm{e}}{k}\sqrt{-1}, && \chi_2 = -nm - \frac{\mathrm{d}}{k}\sqrt{-1}, && \psi_2 = \mathrm{W} - n^2. \end{aligned}\right.$$

» Ces valeurs ne font différer le système (7) du système (5) que par le signe de $\sqrt{-1}$; d'où il suit que les déterminants partiels λ', μ', ν' sont *conjugués* à λ, μ, ν. Et elles donnent, de plus, à (9) la forme symétrique

$$(12)\quad \lambda\lambda'\delta\mathrm{U} + \ldots - [\lambda(l\lambda' + m\mu' + n\nu') + \lambda'(l\lambda + m\mu + n\nu)]\,\delta\mathrm{L} + \ldots = 0.$$

» Or, à raison de la *quasi-transversalité* effective des vibrations, tenant à la petitesse, dans tous les corps, des coefficients de dissymétrie d, e, f et des différences entre a, b, c, les deux facteurs trinomes $l\lambda + m\mu + n\nu$ et $l\lambda' + m\mu' + n\nu'$ sont très faibles. L'équation (12) peut donc, avec une approximation pratiquement très suffisante, se réduire aux trois termes en δU, δV, δW, variations dont les valeurs sont

$$2(l\delta\mathrm{L} + m\,\delta\mathrm{M} + n\,\delta\mathrm{N}) + 2\left(\frac{\delta\mathrm{A}}{a^3}, \frac{\delta\mathrm{B}}{b^3}, \frac{\delta\mathrm{C}}{c^3}\right);$$

et, en remplaçant $\delta(L, M, N)$ par $-\frac{f}{k}\sqrt{-1}\cos(\alpha', \beta', \gamma')$, (l, m, n) par $\frac{\cos(\alpha, \beta, \gamma)}{\omega}$, $\delta(A, B, C)$ par $(a^3 a', b^3 b', c^3 c')\frac{\sqrt{-1}}{k}$; enfin, appelant encore V'' l'angle des deux normales aux ondes et aux plans d'égale amplitude, il vient

$$(13) \qquad f = (\text{sensiblement}) \frac{\omega}{\cos V''} \frac{\lambda\lambda' a' + \mu\mu' b' + \nu\nu' c'}{\lambda\lambda' + \mu\mu' + \nu\nu'}.$$

» V. Les expressions *effectives* des déplacements ξ, η, ζ, parties réelles des déplacements symboliques, seront, à la distance u de la face d'entrée de la lumière dans le corps, les produits respectifs de trois coefficients positifs, proportionnels aux modules de λ, μ, ν, par l'exponentielle e^{-fu} et par les cosinus de trois arcs ayant pour partie variable

$$k(t - lx - my - nz).$$

Quant aux trois vitesses ξ', η', ζ' suivant les axes, elles prendront des expressions pareilles, mais où des sinus, multipliés par $-k$, remplaceront les cosinus. Or, les carrés de tous ces sinus ou cosinus ayant pour valeur moyenne (durant une période) $\frac{1}{2}$, il s'ensuit que les valeurs moyennes, $\mathfrak{M}(\xi^2, \eta^2, \zeta^2)$ ou $\mathfrak{M}(\xi'^2, \eta'^2, \zeta'^2)$, des carrés respectifs soit des déplacements ξ, η, ζ, soit des vitesses ξ', η', ζ', sont entre elles comme les carrés $\lambda\lambda'$, $\mu\mu'$, $\nu\nu'$ des modules de λ, μ, ν.

» Donc la formule (13) peut s'écrire

$$(14) \quad f = (\text{sensiblement}) \frac{\omega}{\cos V''} \frac{a'\mathfrak{M}(\xi^2 \text{ ou } \xi'^2) + b'\mathfrak{M}(\eta^2 \text{ ou } \eta'^2) + c'\mathfrak{M}(\zeta^2 \text{ ou } \zeta'^2)}{\mathfrak{M}(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 \text{ ou } \xi'^2 + \eta'^2 + \zeta'^2)}.$$

» Telle est évidemment la généralisation des deux expressions (17) et (20) du coefficient d'extinction f, que j'ai obtenues dans ma dernière Note (p. 530) pour les deux cas de milieux à vibrations simples rectilignes et circulaires, ainsi que la réponse à la question par laquelle se terminait ma Note antérieure, du 2 février (p. 272).

» On remarquera que le facteur $\frac{\omega}{\cos V''}$ évalue le parcours de chaque onde, par unité de temps, *le long* de la normale aux plans d'égale amplitude, c'est-à-dire à la face d'entrée de la lumière dans le corps : ce facteur est donc la vitesse de propagation des ondes, à l'intérieur du milieu translucide, estimée *suivant le sens normal à sa surface*. A une approximation plus grande, il est simplement remplacé par la composante, suivant le

même sens normal à la surface, de la vitesse d'ondes *fictives*, qui seraient *perpendiculaires au rayon lumineux, et de même célérité suivant ce rayon que les ondes réelles.* Alors la formule de f est exacte dans le cas de vibrations rectilignes, très approchée (*par défaut*) dans les autres cas. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés des hydrures de rubidium et de césium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Les métaux alcalins, employés dans cette étude, ont été préparés, le rubidium par le procédé de Erdmann et Köthner (1) et le césium par celui de Erdmann et Menke (2). Nous avons eu soin toutefois, dans cette préparation, d'emplir, au début, l'appareil d'hydrogène sans maintenir un courant de ce gaz pendant la réduction de l'alcali et surtout pendant la distillation du métal.

» *Préparation de l'hydrure de rubidium.* — Le rubidium, aussi exempt d'huile de naphte que possible, est placé dans une petite nacelle de fer disposée dans un tube de verre horizontal. Cet appareil est traversé par un courant d'hydrogène pur et sec. En utilisant l'artifice que nous avons employé précédemment pour obtenir les hydrures de potassium et de sodium (3), c'est-à-dire en chauffant, vers 300°, la partie inférieure seule du tube, on arrive facilement à condenser, sur la partie supérieure un peu moins chaude, une abondante cristallisation d'hydrure de rubidium. Dans cette expérience, le rubidium se conduit comme le potassium, et son hydrure s'obtient très bien cristallisé.

» Lorsque cette préparation se fait avec rapidité, il faut avoir soin d'éviter que l'hydrure ne renferme une petite quantité de métal entraînée sous forme de vapeurs. Pour cela, il suffit d'augmenter la pression de l'hydrogène qui traverse l'appareil.

» *Préparation de l'hydrure de césium.* — Le césium pur et bien brillant est plus difficilement maniable que le potassium ou le rubidium. Aussitôt qu'il est débarrassé d'huile de naphte, il prend feu à l'air.

(1) Erdmann et Köthner, *Sur le bioxyde de rubidium* (*Liebig's Annalen der Chemie,* Band CCXCIV, 1897, p. 55).

(2) Erdmann et Menke, *Nouvelle méthode de préparation du césium* (*New-York, Meeting of the american chemical Society,* 28 décembre 1898, et *Journal of the american Society*, t. XXI, 1899, p. 259).

(3) H. Moissan, *Préparation et propriétés de l'hydrure de potassium* (*Comptes rendus,* t. CXXXIV, 1902, p. 18).

» On le divise en fragments et on l'introduit dans une nacelle de fer qui est chauffée dans un courant d'hydrogène en prenant les précautions que nous avons indiquées ci-dessus.

» La combinaison du métal et de l'hydrogène se produit avec une grande facilité et à peu près dans les mêmes limites de température que pour les autres hydrures alcalins. Cependant, l'hydrure de césium est moins volatil que celui de rubidium et il se forme une couche assez épaisse de cristaux à la partie supérieure de la nacelle, Dans quelques préparations, il se produisait même une croûte solide qui recouvrait le métal. Dès que l'on élevait ensuite la température, le métal distillait brusquement et était projeté au travers de la couche d'hydrure.

» *Propriétés.* — L'hydrure de rubidium se présente sous forme de cristaux ayant l'aspect d'aiguilles prismatiques absolument incolores au microscope et fournissant une masse très blanche sous une certaine épaisseur. L'hydrure de césium est en cristaux incolores plus aplatis et très brillants. La densité de l'hydrure de rubidium est voisine de 2 et celle de l'hydrure de césium de 2,7.

» Chauffés dans le vide à une température inférieure à 300°, ils se dissocient en hydrogène et en métal et finissent par se décomposer entièrement en fournissant un métal liquide très brillant, qui, à cette basse température, n'attaque pas le verre.

» Au contact du fluor, à la température ordinaire, les deux hydrures prennent feu, en produisant de l'acide fluorhydrique et un fluorure. L'incandescence est très vive. De même ils s'enflamment en présence du chlore froid, et, lorsque la réaction est incomplète, l'hydrure de rubidium laisse un sous-chlorure de couleur verte et l'hydrure de césium un résidu jaune orangé. La réaction est aussi énergique avec le brome. En présence de l'iode, il faut chauffer légèrement pour que la combinaison se produise. Elle se fait avec incandescence pour l'hydrure de césium.

» Ces deux hydrures prennent feu dans l'oxygène à la température ordinaire. L'incandescence est très vive et le tube de verre dans lequel se produit la réaction est brisé le plus souvent. Ils s'enflamment de même dans l'air atmosphérique avec production d'oxyde.

» Au contact du soufre en fusion, les deux hydrures deviennent incandescents en produisant un sulfure alcalin.

» Légèrement chauffés dans un courant d'azote pur et sec, les hydrures de rubidium et de césium fournissent un mélange d'azoture et d'amidure de ces métaux, décomposables par l'eau froide avec dégagement d'ammo-

niac [1]. Ces réactions distinguent ces hydrures de ceux de potassium, de sodium et de calcium [2].

» Au contact du phosphore liquide et sec, légèrement chauffé, ces hydrures sont attaqués sans incandescence et fournissent un phosphure décomposable, lui aussi, par l'eau froide avec production d'hydrogène phosphoré. A une température un peu plus élevée, l'arsenic donne une réaction semblable sans incandescence. Il se produit en particulier, avec l'hydrure de césium, un composé d'une belle couleur rouge.

» Le carbone, le bore et le silicium ne réagissent pas sur ces hydrures à une température inférieure à celle de leur dissociation.

» Les hydrures de rubidium et de césium décomposent l'eau froide avec rapidité et sans incandescence :

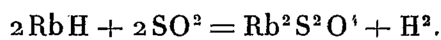


$$RbH + H^2O = RbOH + H^2.$$

» Dans un courant d'acide carbonique absolument sec, l'hydrure de rubidium n'est pas attaqué à la température ordinaire, mais si l'on chauffe légèrement au moyen d'une lampe à alcool, une réaction plus ou moins vive se produit, suivant la vitesse du courant gazeux, sans dégagement de lumière, et l'on obtient un formiate qu'il est facile de caractériser [3]. La réaction est identique avec l'hydrure de césium.

Un courant rapide d'acide sulfureux, passant sur ces hydrures, détermine une vive incandescence, avec formation de sulfure et de sulfate. Au contraire, en présence d'acide sulfureux bien sec sous pression réduite, et en évitant tout échauffement, il se produit un hydrosulfite que l'on peut reconnaître grâce à ses propriétés réductrices, en reprenant le résidu par l'eau distillée bouillie.

» Cette réaction est semblable à celle que nous avons indiquée précédemment pour les hydrures de potassium, de sodium et pour les hydrures alcalino-terreux [4]



$$2RbH + 2SO^2 = Rb^2S^2O^4 + H^2.$$

---

(1) L'amidure de rubidium a déjà été préparé par M. Titherley en faisant passer du gaz ammoniac sur du rubidium chauffé entre 200° et 300° (*Chem. Soc.*, t. LXXI et LXXII, 1897, p. 469).

(2) H. Moissan, *Sur l'hydrure de calcium* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 29).

(3) H. Moissan, *Sur une nouvelle synthèse de l'acide formique* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 261).

(4) H. Moissan, *Synthèse des hydrosulfites alcalins et alcalino-terreux anhydres* (*Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 647).

» Ces deux hydrures, placés dans un courant d'hydrogène sulfuré, fournissent un sulfure et de l'hydrogène avec élévation de température, mais sans incandescence.

» Dans le gaz ammoniac, ces hydrures se transforment lentement en amidure à la température ordinaire avec dégagement d'hydrogène. Il en est de même au contact de l'ammoniac liquéfié :



$$RbH + AzH^3 = AzH^2Rb + H^2.$$

» Dans un courant de gaz acide chlorhydrique, ces hydrures fournissent à la température ordinaire de l'hydrogène et un chlorure métallique.

» Les oxydes de plomb et de cuivre, très légèrement chauffés au contact de ces hydrures, sont réduits avec incandescence et mise en liberté du métal.

» *Analyse.* — Le dosage du métal et de l'hydrogène dans ces nouveaux hydrures peut être réalisé en chauffant avec précaution le composé dans le vide, de façon à recueillir le gaz hydrogène et à séparer le métal fondu. Cette expérience est faite dans le tube même qui a servi à la préparation de l'hydrure.

» Nous avons obtenu ainsi les résultats suivants. Un premier échantillon d'hydrure de rubidium nous a donné : hydrogène $41^{cm^3},9$ (à 0° et à 760^{mm}), rubidium 0,3255. Pour la formule RbH (Rb = 85,2) l'hydrure correspondant à cette quantité de métal renfermerait $42^{cm^3},9$ d'hydrogène. Ces deux chiffres sont très voisins l'un de l'autre.

» Une deuxième analyse a fourni : hydrogène, $115^{cm^3},4$; rubidium, 0,884. Pour la formule RbH on devrait avoir $116^{cm^3},6$ d'hydrogène. Ces deux chiffres se confondent.

» Dans un troisième essai, on a recueilli $94^{cm^3},8$ d'hydrogène et 0,717 de rubidium. Le poids du rubidium transformé en hydrure donne théoriquement $94^{cm^3},5$. Ici encore nous rencontrons une grande concordance entre les quantités trouvées expérimentalement et les chiffres théoriques. RbH est bien la formule de l'hydrure de rubidium.

» Avec l'hydrure de césium, nous avons obtenu les chiffres suivants : hydrogène recueilli, $32^{cm^3},7$; métal, 0,406 (Cs = 132,5). Ce poids de métal à l'état d'hydrure pour la formule CsH donnerait $34^{cm^3},4$. La concordance, sans être aussi complète que précédemment, est encore suffisante.

» Deuxième analyse : hydrogène recueilli, $99^{cm^3},8$; métal mis en liberté, $1^g,17$. Cette quantité de césium à l'état d'hydrure devrait donner 99^{cm^3} d'hydrogène. Ce nouveau composé correspond donc à la formule CsH.

» *Conclusions.* — Le rubidium et le césium fournissent par leur union directe avec l'hydrogène des composés cristallisés de formule RbH et CsH. Ce sont des réducteurs énergiques décomposant, à la température ordinaire, l'eau, l'hydrogène sulfuré et l'acide chlorhydrique. Avec l'acide sulfureux, à basse température, ils donnent des hydrosulfites, avec l'acide

carbonique à froid et par union directe des formiates avec l'ammoniac des amidures. Ces essais viennent donc compléter nos recherches précédentes, et l'on sait maintenant que tous les métaux alcalins, potassium ([1]) rubidium, césium, sodium ([2]) et lithium ([3]) fournissent avec l'hydrogène des composés binaires définis et cristallisés de formule RH. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la non-conductibilité électrique des hydrures métalliques*. Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons condensé dans un tube de verre une couche épaisse et parfaitement blanche d'hydrure cristallisé de potassium. Le poids de cet hydrure, répandu sur 5^{cm} de longueur, était supérieur à 1^{g}. Deux fils de platine avaient été disposés au préalable au travers du tube de verre perpendiculairement à son axe. Le tube à hydrure plein d'hydrogène avait été scellé aussitôt préparé et le composé n'avait eu aucun contact avec l'air atmosphérique.

» Nous avons mis alors les deux fils métalliques en communication avec les conducteurs électriques d'un pont de Wheatstone et nous avons reconnu que cet hydrure de potassium ne conduisait aucunement le courant électrique.

» Cette expérience a été répétée avec l'hydrure de sodium, l'hydrure de rubidium et l'hydrure de césium. Les résultats ont été identiques; tous ces hydrures ne conduisent pas le courant.

» On pourrait objecter que l'hydrure ainsi tassé sur le tube, par condensation, est formé de petits cristaux séparés ne permettant pas le passage du courant. Il en est ainsi dans un tube contenant des poudres métalliques grossières dont la surface est plus ou moins recouverte d'oxyde et de matières grasses. Mais nous ferons remarquer que, regardée au microscope, la couche d'hydrure de potassium formait une masse absolument homogène et d'une continuité parfaite.

» Quoi qu'il en soit, nous avons alors préparé, par union directe

---

([1]) H. Moissan, *Préparation et propriétés de l'hydrure de potassium* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 18).

([2]) H. Moissan, *Préparation et propriétés de l'hydrure de sodium* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 71).

([3]) Guntz, *Sur un hydrure de lithium* (*Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 244).

du métal et de l'hydrogène, dans une nacelle de fer, de l'hydrure de calcium qui était fondu, transparent et homogène. Nous avons préparé dans les mêmes conditions de l'hydrure de lithium. Dans ces deux préparations, nous avions pris soin que la transformation du métal en hydrure fût complète. Si l'on vient alors à placer une de ces nacelles sur un circuit métallique relié à un galvanomètre, on peut appuyer fortement une surface métallique traversée par un courant sur cet hydrure fondu et rien ne passe au travers de l'hydrure.

» Au contraire, si l'on touche le bord de la nacelle de fer avec le même conducteur, le courant passe aussitôt. Les hydrures de calcium et de lithium fondus ne conduisent pas le courant. Nous ajouterons même que, s'ils n'attiraient pas si facilement l'humidité de l'air en se décomposant, ils pourraient servir de corps isolants.

» Ces expériences conduisent à cette conclusion : que l'hydrogène n'est pas comparable aux métaux, et que les hydrures métalliques ne peuvent être assimilés à des alliages définis dont ils n'ont ni l'aspect, ni les propriétés. Du reste, la liquéfaction de l'hydrogène, par M. Dewar, a établi que ce corps se rapproche plutôt de l'oxygène ou de l'azote que du mercure, du césium ou du gallium. De plus, cet hydrogène liquéfié, de même que les hydrures métalliques, ne conduit pas le courant électrique. M. Dewar l'a établi d'une façon très nette.

» Dans les combinaisons dont nous venons de parler, l'hydrogène s'éloigne beaucoup des métaux et se rapproche nettement des métalloïdes. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement des milieux vitreux, affectés de viscosité, et très peu déformés.* Note de M. **P. Duhem**.

« Si le milieu vitreux que l'on étudie n'a subi que des déformations très petites, on peut, en se limitant aux infiniment petits du second ordre, écrire

$$(1)\quad \begin{cases} \rho_0\Phi = \rho_0\varphi_0(T) + \rho_0\varphi_1(T)(\varepsilon_1+\varepsilon_2+\varepsilon_3) + \dfrac{\lambda(T)}{2}(\varepsilon_1+\varepsilon_2+\varepsilon_3)^2 \\ \qquad + \dfrac{\mu(T)}{2}(2\varepsilon_1^2+2\varepsilon_2^2+2\varepsilon_3^2+\gamma_1^2+\gamma_2^2+\gamma_3^2), \end{cases}$$

avec

$$(2)\qquad \mu(T) > 0, \qquad 3\lambda(T) + 2\mu(T) > 0.$$

» On en tire [1]

$$(3)\quad \begin{cases} N_x = -\rho_0\varphi_1(T) - \lambda(T)\left(\dfrac{\partial\xi}{\partial a} + \dfrac{\partial\eta}{\partial b} + \dfrac{\partial\zeta}{\partial c}\right) - 2\mu(T)\dfrac{\partial\xi}{\partial a}, & \ldots, \\ T_x = -\mu(T)\left(\dfrac{\partial\eta}{\partial c} + \dfrac{\partial\zeta}{\partial b}\right), & \ldots. \end{cases}$$

D'autre part, la fonction dissipative peut être mise sous la forme

$$(4)\quad \begin{cases} \mathfrak{F} = \dfrac{\Lambda(T)}{2}\left[\dfrac{\partial}{\partial t}\left(\dfrac{\partial\xi}{\partial a} + \dfrac{\partial\eta}{\partial b} + \dfrac{\partial\zeta}{\partial c}\right)\right]^2 \\ \quad + \dfrac{M(T)}{2}\left[2\left(\dfrac{\partial^2\xi}{\partial a\,\partial t}\right)^2 + 2\left(\dfrac{\partial^2\eta}{\partial b\,\partial t}\right)^2 + 2\left(\dfrac{\partial^2\zeta}{\partial c\,\partial t}\right)^2 + \left(\dfrac{\partial^2\zeta}{\partial b\,\partial t} + \dfrac{\partial^2\eta}{\partial c\,\partial t}\right)^2\right. \\ \quad\quad \left. + \left(\dfrac{\partial^2\xi}{\partial c\,\partial t} + \dfrac{\partial^2\zeta}{\partial a\,\partial t}\right)^2 + \left(\dfrac{\partial^2\eta}{\partial a\,\partial t} + \dfrac{\partial^2\xi}{\partial b\,\partial t}\right)^2\right], \end{cases}$$

avec

$$(5)\qquad M(T) > 0, \qquad 3\Lambda(T) + 2M(T) > 0.$$

» On en tire [2]

$$(6)\quad \begin{cases} \nu_x = -\Lambda(T)\dfrac{\partial}{\partial t}\left(\dfrac{\partial\xi}{\partial a} + \dfrac{\partial\eta}{\partial b} + \dfrac{\partial\zeta}{\partial c}\right) - 2M(T)\dfrac{\partial^2\xi}{\partial a\,\partial t}, & \ldots, \\ \tau_x = -M(T)\dfrac{\partial}{\partial t}\left(\dfrac{\partial\eta}{\partial c} + \dfrac{\partial\zeta}{\partial b}\right), & \ldots. \end{cases}$$

» On peut alors écrire les équations du mouvement du milieu [3], en y remplaçant les quantités telles que $\dfrac{\partial(N_x+\nu_x)}{\partial x}$ par les quantités telles que $\dfrac{\partial(N_x+\nu_x)}{\partial a}$ et en confondant la surface qui limite le milieu déformé avec la surface limite initiale.

» L'équation de continuité devient simplement

$$(7)\qquad \frac{\rho-\rho_0}{\rho_0} = -\left(\frac{\partial\xi}{\partial a} + \frac{\partial\eta}{\partial b} + \frac{\partial\zeta}{\partial c}\right),$$

---

(1) *Sur les équations du mouvement et la relation supplémentaire au sein d'un milieu vitreux*, équations (1) (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 9 février 1903, p. 343).

(2) *Sur la viscosité en un milieu vitreux*, équations (4) (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 2 février 1903, p. 281).

(3) *Sur les équations du mouvement et la relation supplémentaire au sein d'un milieu vitreux*, équations (2) et (3) (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 9 février 1903, p. 343).

tandis que la relation supplémentaire s'écrit

$$(8)\qquad \left\{\begin{aligned} &\rho_0 c \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial t} - \rho_0 \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{E}} \frac{d\varphi_1(\mathrm{T})}{d\mathrm{T}} \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial \xi}{\partial a} + \frac{\partial \eta}{\partial b} + \frac{\partial \zeta}{\partial c}\right) \\ &\qquad - k(\mathrm{T})\left(\frac{\partial^2 \mathrm{T}}{\partial a^2} + \frac{\partial^2 \mathrm{T}}{\partial b^2} + \frac{\partial^2 \mathrm{T}}{\partial c^2}\right) = 0. \end{aligned}\right.$$

» Un cas particulièrement intéressant est celui où les actions extérieures se réduisent aux pressions qui s'exercent à la surface du milieu et où la température est uniforme et constante pendant toute la durée du mouvement.

» Les équations du mouvement du milieu sont alors

$$(9)\qquad \left\{\begin{aligned} &(\Lambda + \mathrm{M}) \frac{\partial^2}{\partial a\, \partial t}\left(\frac{\partial \xi}{\partial a} + \frac{\partial \eta}{\partial b} + \frac{\partial \zeta}{\partial c}\right) + \mathrm{M} \frac{\partial}{\partial t}\Delta\xi \\ &+ (\lambda + \mu) \frac{\partial}{\partial a}\left(\frac{\partial \xi}{\partial a} + \frac{\partial \eta}{\partial b} + \frac{\partial \zeta}{\partial c}\right) + \mu\,\Delta\xi - \rho_0 \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = 0, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right.$$

» Les équations qui se déduisent de celles-là en faisant $\lambda = \mu$, $\Lambda = \mathrm{M}$, avaient déjà été obtenues par M. O.-E. Meyer [1], en faisant usage d'hypothèses moléculaires.

» Ces équations sont de celles auxquelles s'applique le théorème de Clebsch, généralisé comme nous l'avons indiqué [2].

» L'intégrale générale de ce système est

$$(10)\qquad \left\{\begin{aligned} \xi &= \frac{\partial \theta}{\partial a} + \frac{\partial \mathrm{Q}}{\partial c} - \frac{\partial \mathrm{R}}{\partial b}, \\ \eta &= \frac{\partial \theta}{\partial b} + \frac{\partial \mathrm{R}}{\partial a} - \frac{\partial \mathrm{P}}{\partial c}, \\ \zeta &= \frac{\partial \theta}{\partial c} + \frac{\partial \mathrm{P}}{\partial b} - \frac{\partial \mathrm{Q}}{\partial a}, \end{aligned}\right.$$

θ étant une intégrale quelconque de l'*équation aux dilatation*

$$(11)\qquad (\Lambda + 2\mathrm{M}) \frac{\partial}{\partial t}\Delta\theta + (\lambda + 2\mu)\Delta\theta - \rho_0 \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} = 0$$

et P, Q, R trois intégrales de l'*équation aux rotations*

$$(12)\qquad \mathrm{M} \frac{\partial}{\partial t}\Delta\omega + \mu\,\Delta\omega - \rho_0 \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2} = 0,$$

(1) O.-E. Meyer, *Borchardt's Journal*, Bd. LXXVIII, 1874, p. 130.

(2) *Sur la généralisation d'un théorème de Clebsch* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 5e série, t. VI, 1900, p. 213).

liées en outre par la relation

$$\frac{\partial P}{\partial a} + \frac{\partial Q}{\partial b} + \frac{\partial R}{\partial c} = 0. \tag{13}$$

» L'équation aux dilatations et l'équation aux rotations appartiennent toutes deux au même type d'équations aux dérivées partielles du troisième ordre; ce type, déjà signalé par Stokes, s'est rencontré souvent dans nos recherches de Physique mathématique. Nous avons démontré que *les seules ondes d'ordre n* ($n \geqq 3$) *que puisse admettre une intégrale* V *d'une telle équation sont des ondes immobiles, au travers desquelles toutes les dérivées d'ordre n de* V *varient d'une manière continue, sauf celles qui ne résultent d'aucune différentiation par rapport à t.*

» Dès lors, *si l'on considère les petits mouvements isothermiques d'un milieu vitreux, affecté de viscosité, et soumis seulement à des actions superficielles, ces petits mouvements peuvent présenter des ondes d'ordre n* ($n \geqq 2$), *par rapport aux composantes u, v, w de la vitesse. Ces ondes sont, en général, d'ordre* ($n - 1$) *pour les quantités* N_i, T_i. *Pendant toute la durée du mouvement elles séparent les mêmes masses matérielles.* »

M. V. Dwelshauvers-Dery adresse, de Liége, une Note qu'il vient de publier « Sur la théorie des régulateurs des machines à vapeur ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section d'Economie rurale, en remplacement de M. *Dehérain*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 62,

M. Schlœsing fils	obtient	33	suffrages
M. Maquenne	»	23	»
M. Viala	»	4	»
M. Künckel d'Herculais	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. Th. Schlœsing fils, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** informe l'Académie que la Société scientifique *South African philosophical Society* a profité de la célébration du 25e anniversaire de sa fondation pour ériger une tablette commémorative à l'Astronome français l'*abbé de La Caille*, qui vint au Cap, il y a 150 ans, mesurer un arc de méridien et étudier le ciel de l'hémisphère austral.

Des discours, dont M. le Ministre adresse à l'Académie la traduction, ont été prononcés par Sir David Gill, Directeur de l'observatoire du Cap, Président de la Société, et par M. Raffray, notre consul général au Cap.

Sir David Gill exprime sa profonde admiration pour l'œuvre de l'abbé de La Caille qui, en 1752, a dressé le premier catalogue étendu et exact des étoiles de l'hémisphère Sud, mesuré un arc de méridien, et fait, sur la Lune et sur Mars, des observations qui, comparées aux observations faites en Europe, lui ont fourni des valeurs de la parallaxe de la Lune et du Soleil.

La tablette commémorative, en bronze, est placée sur la maison qui occupe aujourd'hui, dans Strand Street, l'emplacement de l'observatoire de l'abbé de La Caille.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *La comète* 1902 *b*. Note de M. **A. Senonque**, présentée par M. Janssen.

« La comète 1902 *b*, découverte le 1er septembre à l'observatoire Lick par M. Perrine, et à l'observatoire de Marseille par M. Borrelly, a été étudiée photographiquement à l'observatoire de Meudon, sous la direction de M. Janssen. Les photographies de cet astre ont été prises avec le grand télescope de 1^{m} d'ouverture et de 3^{m} de foyer. Voici les résultats obtenus :

Æ $= 0^{h}51^{m}31^{s}$. D $= +55°8',2$.	**1902.** Septembre 27. — $T = 11^{h}10^{m}$, pose 15^{m}. — Le noyau légèrement elliptique de 30″ de diamètre est entouré d'une faible chevelure et suivi d'une queue de 5′ de longueur.
Æ $= 0^{h}27^{m}56^{s}$. D $= +56°3',6$.	**1902.** Septembre 28. — $T = 11^{h}25^{m}$, pose 15^{m}. — La tête de la comète présente le même aspect que sur la photographie précédente. La queue principale a 12′ de longueur; deux autres petites queues sont aussi visibles sur le cliché.

$\mathcal{R} = 20^h 26^m 46^s$. $D = +47°22',8$. 1902. Octobre 6. — $T = 11^h 12^m$, pose 30^m. — La comète présente un noyau nettement limité de 2'; ce noyau est entouré d'une chevelure de 6' de diamètre. La comète possède deux queues rectilignes de plus de 1° de longueur. La plus large, parallèle à l'équateur, fait avec l'autre un angle de 20° environ.

$\mathcal{R} = 20^h 3^m 50^s$. $D = +43°59',4$. 1902. Octobre 7. — $T = 11^h 26^m$, pose 30^m. — L'aspect de la comète est complètement changé : les deux queues photographiées le 6 octobre n'ont plus que 18' de longueur; la tête est un peu plus importante que sur la photographie précédente.

$\mathcal{R} = 19^h 8^m 20^s$. $D = +33°4',5$. 1902. Octobre 10. — $T = 12^h 15^m$, pose 30^m. — La comète devient de moins en moins importante. La tête conserve sensiblement le même éclat, mais on ne voit plus qu'une faible queue de 15' de longueur.

» Toutes ces photographies ont été faites sur des plaques Lumière, étiquette bleue, étalonnées.

» Le temps n'a malheureusement pas favorisé l'étude de cette intéressante comète. Les deux premières photographies ont été prises dans des conditions atmosphériques très défavorables : elles ne sont pas comparables à celles prises les 6, 7 et 10 octobre.

» La comparaison des photographies du 6 et du 7 octobre montre de grandes variations dans l'étendue des queues. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une transformation d'une classe particulière de systèmes triple-orthogonaux.* Note de M. C. GUICHARD.

« Pour obtenir les systèmes triple-orthogonaux signalés dans ma Note du 23 février, on prend comme point de départ

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{df}{\partial\rho_1} = \cos\varphi, & \dfrac{d\varphi}{d\rho_2} = \cos\psi, & \dfrac{d\psi}{\partial\rho} = \cos f, \\ \dfrac{df}{\partial\rho_2} = i\sin\psi, & \dfrac{d\varphi}{\partial\rho} = i\sin f, & \dfrac{d\psi}{\partial\rho_1} = i\sin\varphi. \end{cases}$$

» A chaque solution de ces équations on fait correspondre une infinité de systèmes triple-orthogonaux, où les β_{ik} ont les valeurs

$$(2)\quad \begin{cases} \beta_{01} = -\dfrac{p}{q}\sin\varphi, & \beta_{12} = -\dfrac{q}{r}\sin\psi, & \beta_{20} = -\dfrac{r}{p}\sin f, \\ \beta_{10} = i\dfrac{q}{p}\cos f, & \beta_{21} = i\dfrac{r}{q}\cos\varphi, & \beta_{02} = i\dfrac{p}{r}\cos\psi. \end{cases}$$

où p, q, r sont des constantes telles que

$$p^2+q^2+r^2=0. \tag{3}$$

» Je désignerai par ξ^1, ξ^2, ξ^3 les cosinus directeurs de la normale à la surface de paramètre ρ; par ξ_1^1, ξ_1^2, ξ_1^3 et ξ_2^1, ξ_2^2, ξ_2^3 ceux de la normale aux surfaces de paramètre ρ_1 et ρ_2 et par les mêmes lettres accentuées les quantités correspondantes quand on remplace le système des constantes p, q, r par un autre système p', q', r'. Ces quantités satisfont [G. Darboux, *Leçons sur les systèmes orthogonaux*, p. 161 et 162, formules (24) et (26)] aux équations

$$\frac{d\xi_k}{\partial\rho_{k'}}= \quad \beta_{kk'}\xi_{k'} \qquad (k \gtreqless k'), \tag{4}$$

$$\frac{d\xi_k}{\partial\rho_k}=-\beta_{ik}\xi_i-\beta_{lk}\xi_l \qquad (k\neq i\neq l). \tag{5}$$

» Si l'on pose

$$\xi=p\theta, \qquad \xi_1=q\theta_1, \qquad \xi_2=r\theta_2,$$

les formules (1) et (2) conduisent au système

$$\left\{\begin{aligned} \frac{d\theta}{\partial\rho_1}&=-\sin\varphi\,\theta_1, & \frac{d\theta_1}{\partial\rho_2}&=-\sin\psi\,\theta_2, & \frac{d\theta_2}{\partial\rho}&=-\sin f\,\theta,\\ \frac{d\theta}{\partial\rho_2}&=\ i\cos\psi\,\theta_2, & \frac{d\theta_1}{\partial\rho}&=\ i\cos f\,\theta, & \frac{d\theta_2}{\partial\rho_1}&=\ i\cos\varphi\,\theta_1. \end{aligned}\right. \tag{6}$$

» Il importe de remarquer que ce système (6) reste le même, quelles que soient les valeurs des constantes p, q, r. On peut arriver à un résultat analogue en transformant un peu les fonctions de Lamé; si H, H_1, H_2 sont les fonctions de Lamé qui correspondent à un système p, q, r des constantes, je pose

$$pH=h, \qquad qH_1=h_1, \qquad rH_2=h_2.$$

» On voit facilement que l'on aura

$$\left\{\begin{aligned} \frac{dh}{\partial\rho_1}&=\ i\cos f\,h_1, & \frac{dh_1}{\partial\rho_2}&=\ i\cos\varphi\,h_2, & \frac{dh_2}{\partial\rho}&=\ i\cos\psi\,h,\\ \frac{dh}{\partial\rho_2}&=-\sin f\,h_2, & \frac{dh_1}{\partial\rho}&=-\sin\varphi\,h, & \frac{dh_2}{\partial\rho_1}&=-\sin\psi\,h_1. \end{aligned}\right. \tag{7}$$

» Lorsque la représentation sphérique (c'est-à-dire les quantités ξ) d'un système est donnée, on peut obtenir les systèmes triples correspondants, soit en partant d'une solution des équations (6), soit avec une solution des équations (7). En partant d'une solution de (6) on aura, pour déterminer les coordonnées x, x^1, x^2 d'un point M du système, les formules

$$x^i-p\theta\xi^i+q\theta_1\xi_1^i+r\theta_2\xi_2^i. \tag{8}$$

» En différentiant ces formules on trouve

$$\sum (dx^i)^2 = \frac{h^2}{p^2} d\rho^2 + \frac{h_1^2}{q^2} d\rho_1^2 + \frac{h_2^2}{r^2} d\rho_2^2,$$

où h, h_1, h_2 ont les valeurs suivantes :

$$(9) \quad \begin{cases} h \ = p^2 \dfrac{d\theta}{\partial\rho} \ + i q^2 \cos f \theta_1 - r^2 \sin f \theta_2, \\ h_1 = q^2 \dfrac{d\theta_1}{\partial\rho_1} + i r^2 \cos\varphi\, \theta_2 - p^2 \sin\varphi\, \theta, \\ h_2 = r^2 \dfrac{d\theta_2}{\partial\rho_2} + i p^2 \cos\psi\, \theta \ - q^2 \sin\psi\, \theta_1. \end{cases}$$

» Ce résultat montre qu'à toute solution du système (6) on peut faire correspondre une infinité de solutions du système (7); la réciproque est exacte, seulement il faudra effectuer des quadratures pour passer d'une solution de (7) à une solution de (6). Il résulte de là que, si l'on connaît un de ces systèmes triples, on pourra, à l'aide de quadratures seulement, en déduire une infinité d'autres ayant la même représentation sphérique; mais c'est un point sur lequel je n'insiste pas en ce moment.

» Si maintenant p, q, r et p', q', r' sont deux groupes de constantes solutions de l'équation (3), à tout système triple du premier groupe on pourra, de deux manières, faire correspondre un système du second groupe : 1° en supposant que h, h_1, h_2 ont les mêmes valeurs, c'est là notre point de départ; 2° en supposant que θ, θ_1, θ_2 ont les mêmes valeurs; les systèmes correspondants sont tels que le rapport des distances d'un point fixe aux plans tangents correspondants d'une même famille est constant $\left(\text{pour les surfaces } \rho = \text{const., ce rapport est } \frac{p}{p_1}\right)$. En général, ces deux propriétés n'existent pas ensemble : nous allons indiquer un cas particulier où elles sont réunies.

» Si p', q', r' sont des constantes dont la somme des carrés est nulle, le système (6) admet une infinité de solutions telles que

$$(10) \qquad p'^2\theta^2 + q'^2\theta_1^2 + r'^2\theta_2^2 = 0$$

(on peut prendre par exemple $p'\theta = \xi' + i\xi'^2$; $q'\theta_1 = \xi_1'^1 + i\xi_1'^2$; $r'\theta_2 = \xi_2'^1 + \xi_2'^2$). Ces solutions satisfont en outre aux équations

$$(11) \quad \begin{cases} 0 = p'^2 \dfrac{\partial\theta}{\partial\rho} \ + i q'^2 \cos f \theta_1 - r'^2 \sin f \theta_2, \\ 0 = q'^2 \dfrac{\partial\theta_1}{\partial\rho_1} + i r'^2 \cos\varphi\theta_2 - p'^2 \sin\varphi\theta, \\ 0 = r'^2 \dfrac{\partial\theta_2}{\partial\rho_2} + i p'^2 \cos\psi\theta \ - q'^2 \sin\psi\theta_1. \end{cases}$$

Cela posé, servons-nous de ces solutions particulières pour former des systèmes orthogonaux et remarquons que, des équations

$$(12)\qquad p^2+q^2+r^2=0,\qquad p'^2+q'^2+r'^2=0,$$

on déduit

$$(13)\qquad q^2r'^2-r^2q'^2=r^2p'^2-p^2r'^2=p^2q'^2-q^2p'^2=\alpha.$$

Si λ est le carré de la distance de M à l'origine, on aura (8) :

$$\lambda=p^2\theta^2+q^2\theta_1^2+r^2\theta_2^2$$

et, en tenant compte de l'équation (10),

$$(14)\qquad \lambda p'^2=\alpha(\theta_2^2-\theta_1^2),\qquad \lambda q'^2=\alpha(\theta^2-\theta_2^2),\qquad \lambda r'^2=\alpha(\theta_1^2-\theta^2).$$

D'autre part, des formules (9) et (11) on déduit

$$(15)\qquad \begin{cases} p'^2h\ =\alpha[-i\cos f\theta_1-\sin f\theta_2],\\ q'^2h_1=\alpha[-i\cos\varphi\theta_2-\sin\varphi\theta],\\ r'^2h_2=\alpha[-i\cos\psi\theta\ -\sin\psi\theta_1].\end{cases}$$

Donc, si l'on fait varier p, q, r, les valeurs de λ, h, h_1, h_2 se reproduisent à des facteurs constants près; on obtient les surfaces que j'ai signalées à la fin de ma précédente Note. En faisant une inversion, on réalisera une transformation qui conserve la propriété des systèmes triples de cette espèce. On voit maintenant comment il faut diriger les calculs; j'indique seulement le résultat.

» Posons

$$(16)\qquad \operatorname{tang}F=\frac{i\theta_1}{\theta_2},\qquad \operatorname{tang}\Phi=\frac{i\theta_2}{\theta},\qquad \operatorname{tang}\Psi=\frac{i\theta}{\theta_1},$$

$$(17)\qquad f'=-2F-f,\qquad \varphi'=-2\Phi-\varphi,\qquad \psi'=-2\Psi-\psi;$$

f', φ', ψ' seront des solutions du système (1). »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation des surfaces.* Note de M. W. DE TANNENBERG.

« Je me propose, dans cette Communication, d'indiquer un procédé particulier pour déterminer les surfaces de Weingarten ou, ce qui revient au même, les surfaces applicables sur des surfaces de révolution.

» 1. Considérons le système fondamental

$$(1)\qquad \frac{\partial A}{\partial u}=\omega^2\frac{\partial B}{\partial u},\qquad \frac{\partial A}{\partial v}=-\omega^2\frac{\partial B}{\partial v},$$

dont le rôle important en Géométrie a été indiqué par M. Darboux, et soient (A_1, B_1), (A_2, B_2), (A_3, B_3) trois couples de solutions. Les deux systèmes

$$(S)\quad \begin{cases} dx = B_2\,dA_3 - B_3\,dA_2, \\ dy = B_3\,dA_1 - B_1\,dA_3, \\ dz = B_1\,dA_2 - B_2\,dA_1, \end{cases}$$

$$(S')\quad \begin{cases} dx' = A_2\,dB_3 - A_3\,dB_2, \\ dy' = A_3\,dB_1 - A_1\,dB_3, \\ dz' = A_1\,dB_2 - A_2\,dB_1, \end{cases}$$

où les constantes d'intégration sont choisies de manière que

$$\begin{cases} x' - x = A_2 B_3 - A_3 B_2, \\ y' - y = A_3 B_1 - A_1 B_3, \\ z' - z = A_1 B_2 - A_2 B_1, \end{cases}$$

définissent deux surfaces S et S'. Les droites qui joignent deux points correspondants $M(x, y, z)$ et $M'(x', y', z')$ sont des tangentes communes. En outre, les lignes asymptotiques se correspondent [1] sur les deux surfaces : ce sont les lignes coordonnées.

» Si donc les trois couples satisfont à la relation

$$(2)\qquad A_1 B_1 + A_2 B_2 + A_3 B_3 = 0,$$

les plans tangents en M et M' sont rectangulaires et, par suite, les surfaces S et S' constituent la développée d'une surface de Weingarten. On peut démontrer que, réciproquement, toutes les surfaces de Weingarten peuvent être obtenues par le procédé précédent, c'est-à-dire en déterminant les systèmes (1) qui admettent trois couples de solutions satisfaisant à la relation (2). Par un changement de variables évident, on peut d'ailleurs donner au système (1) l'une des formes suivantes :

$$(3)\qquad \frac{\partial A}{\partial u} = \omega^2 \frac{\partial B}{\partial v}, \qquad \frac{\partial A}{\partial v} = -\,\omega^2 \frac{\partial B}{\partial u},$$

$$(4)\qquad \frac{\partial A}{\partial u} = \omega^2 \frac{\partial B}{\partial v}, \qquad \frac{\partial A}{\partial v} = \quad \omega^2 \frac{\partial B}{\partial u}.$$

---

[1] Cf. Note de M. Guichard, *Sur les congruences dans lesquelles les lignes asymptotiques se correspondent sur les deux nappes de la surface focale* (*Comptes rendus*, 1890).

» 2. En particulier, supposons que dans le système (3) la constante ω soit égale à l'unité. On voit alors que les solutions (A_n, B_n) sont définies par

$$A_n + iB_n = Z_n(u + vi) \qquad n = 1, 2, 3,$$

avec la condition unique

$$Z_1^2 + Z_2^2 + Z_3^2 = \text{const}.$$

» Les équations S et S', qui sont mises sous forme complètement réelle, définissent alors les surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution si la constante n'est pas nulle, et les développées des surfaces minima, si cette constante est nulle. Ce résultat, intuitif dans la théorie actuelle, peut aussi être déduit des formules connues de M. Darboux.

» 3. Enfin, on peut satisfaire au système des équations (4) et (2) en déterminant A_n, B_n de manière que

$$A_n du + B_n dv = \lambda\, d\theta_n \qquad n = 1, 2, 3.$$

» Il suffit de choisir pour θ_1, θ_2, θ_3 les coordonnées d'un point d'une sphère de rayon *un* et pour variables u et v, celles qui sont définies par

$$d\theta_1^2 + d\theta_2^2 + d\theta_3^2 = \cos^2\varepsilon\, du^2 + \sin^2\varepsilon\, dv^2.$$

» Dans ce cas,

$$\lambda = \frac{1}{\sin\varepsilon\cos\varepsilon} \qquad \omega = \cot\varepsilon.$$

» On trouve alors les développées des surfaces à *courbure constante* et égale à (-1). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'hypohermitien.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Conservons la terminologie employée dans ma Note « Sur l'hermitien », insérée aux *Comptes rendus* du 22 juillet 1901 (on pourra se reporter aussi au travail « Sur l'hermitien » inséré dans les *Rendiconti du Cercle mathématique de Palerme*, 1902, et à la Note « Sur les groupes linéaires réels et orthogonaux », publiée dans le *Bulletin de la Société mathématique de France*, 1902).

» Appelons, suivant l'usage, *rang q* d'une matrice p-aire A le nombre

suivant : dans le déterminant $|A|$ tous les $(p-q-1)^{\text{ièmes}}$ mineurs sont nuls, tandis qu'un au moins des $(p-q)^{\text{ièmes}}$ est $\neq 0$.

» La matrice A est définie comme hermitienne par la double condition : 1° $A = \overline{A'}$; 2° l'expression *réelle* $X = A(x, \overline{x}) > 0$ pour toutes les valeurs des x. Alors $|A| \neq 0$.

» Si l'on admet que $X \geqq 0$, la matrice hermitienne A devient une *hypohermitienne* soit complexe $\mathfrak{A}$, soit réelle en $\mathcal{A}$, et le rang $q < p$. Nous nommerons U une substitution unitaire p-aire et W une U réelle, c'est-à-dire orthogonale.

» Voici les principales propriétés des hypohermitiennes $\mathfrak{A}$ et $\mathcal{A}$.

» I. *Toute $\mathfrak{A}$ est canonisable et possède au moins une canonisante* U.

» II. *A toute $\mathfrak{A}$ correspond une et une seule hypohermitienne $\mathfrak{B} = \mathfrak{A}^{\frac{1}{m}}$, telle que $\mathfrak{A} = \mathfrak{B}^m$, $m =$ entier positif. $\mathfrak{A}$ et $\mathfrak{B}$ ont le même rang q. Si $\mathfrak{A}$ est réelle, $\mathfrak{B}$ est aussi réelle.*

» III. *Toute $\mathfrak{A}$ peut être engendrée par le procédé*

$$\mathfrak{A} = a\overline{a'},$$

où a est une matrice p-aire de même rang q que $\mathfrak{A}$. Pour $\mathfrak{A}$ donnée, a s'obtient par la formule

$$a = \mathfrak{A}^{\frac{1}{2}}U, \qquad U = \text{unitaire arbitraire}.$$

» IV. *Toute $\mathcal{A}$ est symétrique. Pour qu'une matrice réelle et symétrique soit une hypohermitienne $\mathcal{A}$, il faut et il suffit que la forme quadratique $\mathcal{A}(t, t)$ soit $\geqq 0$ pour toutes les valeurs réelles des t.*

» V. *Toute $\mathcal{A}$ est canonisable et possède au moins une canonisante* W.

» VI. *Toute $\mathcal{A}$ peut être engendrée par le procédé $\mathcal{A} = \mathcal{P}\mathcal{P}'$, où $\mathcal{P}$ est une matrice réelle p-aire de même rang q que $\mathcal{A}$. Pour $\mathcal{A}$ donnée on a*

$$\mathcal{P} = \mathcal{A}^{\frac{1}{2}}W, \qquad W = \text{arbitraire}.$$

» J'espère montrer, dans une Communication ultérieure, le rôle important que jouent les hypohermitiennes réelles $\mathcal{A}$ dans la Géométrie, soit des systèmes de sphères dans un espace à n dimensions; soit, dans le même espace, des substitutions W linéaires, réelles et orthogonales.

» On voit que les hypohermitiennes (dont une Note insérée au *Bulletin de la Société mathématique* donnera l'étude détaillée) partagent presque toutes les propriétés des hermitiennes.

» Quant à l'*hypohermitien*, c'est l'expression réelle

$$X = A(x, \bar{x}) \geqq 0$$

ci-dessus.

» On peut dire, enfin, que les hermitiennes ne sont pas autre chose que les hypohermitiennes, dans le cas particulier où le rang q est égal à l'ordre p. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Rigidité des liquides*. Note de M. **G. de Metz**, présentée par M. H. Poincaré.

« Dans ma Note du 9 juin 1902 (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1353) j'ai eu l'honneur d'indiquer à l'Académie un phénomène optique rare et intéressant, consistant dans la relaxation très lente de la double réfraction accidentelle dans le vernis au copal, provoquée par une déformation mécanique résultant d'une pression ou d'une distension constantes. Maintenant je puis donner sur ce point quelques détails, basés sur mes nouvelles expériences avec ce fluide.

» Le phénomène de la relaxation dans le vernis au copal dure assez longtemps pour qu'on puisse en prendre des mesures exactes. Je l'ai observé, sans trop de peine, pendant plus de 200 secondes, et alors l'idée me vint d'appliquer à ce phénomène les considérations de Maxwell [1] sur la constitution des corps, développées dans son Mémoire sur la théorie cinétique des gaz. Maxwell y a établi que le coefficient r du frottement intérieur d'un corps quelconque est égal au produit de son module de rigidité η et du temps T de la relaxation de sa force élastique, c'est-à-dire que

$$(1) \qquad \eta = n\mathrm{T}.$$

En même temps Maxwell a trouvé une autre équation qui permet de calculer facilement la constante T, s'il existe un phénomène capable de nous fournir les données de cette équation. Or, la double réfraction accidentelle, à déformation constante, est un phénomène de ce genre, du moment qu'elle faiblit assez lentement pour que l'observateur puisse la mesurer à chaque instant. Si l'on désigne donc par Δ et Δ' les différences

[1] Maxwell, *Philosophical Magazine*, vol. XXXV, 4e série, 1868, p. 129.

de marche de deux rayons au moment des temps t et t', le temps de la relaxation T du corps étudié s'exprime par l'équation

$$(2) \qquad T = \frac{t'-t}{\log \Delta - \log \Delta'} \log e,$$

dans laquelle e est la base des logarithmes népériens.

» On voit ainsi que les deux relations (1) et (2) ont une grande importance pour la Physique moléculaire; car, dans le cas des solides, la connaissance des valeurs de n et de T peut nous livrer la valeur de η, et, dans le cas des liquides, la connaissance de η et de T peut nous livrer la valeur de n et nous déceler ainsi la rigidité des liquides, qui nous était jusqu'ici à peu près inconnue. C'est justement ce dernier problème que je me propose de résoudre dans cette Note.

» Voici le Tableau qui va nous montrer la marche d'une expérience, le vernis au copal étant comprimé à la température de 20°,75 C. :

N.	Δ div.	t sec.	T sec.	N.	Δ div.	t sec.	T sec.
1........	9,8	7,0	»	6........	1,4	90,0	42,7
2........	6,1	27,5	43,2	7........	0,9	105,0	41,0
3........	4,0	43,0	40,2	8........	0,6	121,5	41,0
4........	2,8	61,5	43,5	9........	0,4	151,5	45,2
5........	2,0	78,0	44,7	10........	»	»	»

» Dans ce Tableau N désigne le numéro d'ordre de chaque observation; le temps t est compté à partir du moment de la déformation; le temps de relaxation T est calculé par la formule (2), dans laquelle Δ et t ont toujours les valeurs indiquées dans la première ligne; les valeurs Δ′ et t' sont successivement prises dans les lignes suivantes du même Tableau.

» Dans les circonstances où nous nous trouvons, il me semble légitime d'admettre provisoirement la constance de T et de lui attribuer une valeur moyenne de

$$T = 44^s,7 \quad \text{à} \quad 20°,75\,\text{C.},$$

en utilisant toutes les observations du Tableau précédent; et voici pourquoi : le temps T subit de sensibles variations de grandeur, lorsque la température du liquide varie relativement peu, comme on peut s'en convaincre par les chiffres suivants, qui se traduisent en une courbe régulière :

Variations de la constante T, *quand la température du liquide varie.*

Températures..............	22°,90	20°,75	16°,40	14°,60	10°,75
Valeurs de T..........	$37^s,6$	$44^s,7$	$69^s,1$	$81^s,5$	$145^s,2$

» Donc, avant de prétendre que T n'est pas une constante, il faut soigneusement fixer la température du liquide, en le plaçant dans un thermostat convenable.

» Pour achever de résoudre le problème posé au début de ce travail il ne nous manque maintenant que le coefficient η du frottement intérieur du même vernis. Il a été trouvé par la comparaison des temps d'écoulement du vernis et de l'eau distillée, dans les mêmes conditions expérimentales, et il est égal à

$$(3) \qquad \eta = 4,80 \left(\frac{\text{gr.}}{\text{cm. sec.}}\right) \text{ à } 22°,2 \text{ C.}$$

A cette température correspond le temps T, calculé au moyen du Tableau précédent:

$$(4) \qquad T = 40^s \quad \text{à} \quad 22°,2 \text{ C.}$$

Donc, d'après l'équation (1) le module n de la rigidité du vernis au copal, qui est tout à fait fluide si on l'examine à l'œil, est

$$(5) \qquad n = 0,12 \left(\frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}\right) \text{ à } 22°,2 \text{ C.}$$

Il est intéressant de comparer le résultat acquis avec le nombre unique

$$(6) \qquad n = 0,535 \left(\frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}\right),$$

qui a été trouvé par M. Schwedoff (¹) pour une dissolution aqueuse de gélatine à $\frac{1}{2}$ pour 100, au moyen d'une méthode expérimentale entièrement différente de celle dont je parle ici. La comparaison nous montre pourtant que nous sommes arrivés au même ordre de grandeur, malgré la divergence des méthodes appliquées à l'étude de la rigidité de ces deux liquides.

» En terminant cette Note je crois pouvoir ajouter que je considère comme très important le fait de l'accroissement de la constante T avec la chute de la température, car j'ai depuis longtemps constaté que la double réfraction accidentelle des liquides varie dans le même sens (²). Cette coïncidence ne doit pas être fortuite; elle me paraît, en concordance avec Maxwell, fondamentale pour le phénomène de la double réfraction des liquides mécaniquement déformés. »

(¹) TH. SCHWEDOFF, *Journal de Physique*, t. VIII, 1889, p. 341.

(²) G. DE METZ, *Annalen der Physik und Chemie*, Bd. XXXV, 1888, p. 502.

ÉLECTRICITÉ. — *Nouveaux systèmes magnétiques pour l'étude des champs très faibles.* Note de MM. V. CREMIEU et H. PENDER, présentée par M. H. Poincaré.

« Nous avons été amenés à explorer des champs magnétiques de l'ordre de 10^{-6} C. G. S. électromagnétiques. Si la région où l'on opère était soustraite à toute perturbation extérieure, on pourrait employer des systèmes astatiques ordinaires. En compensant le champ terrestre avec des aimants, on arrivera sans trop de difficultés à réduire le moment du couple directeur du système à 10^{-6} erg, quantité du même ordre que le couple moteur provenant du champ à étudier.

» Mais il est très difficile de réaliser, dans la plupart des laboratoires, une stabilité magnétique suffisante et, en général, les perturbations extérieures produisent des couples qui sont d'un ordre très supérieur à 10^{-6} C. G. S.

» D'ailleurs, on sait que, par sa construction même, un système astatique sensible a toujours un mouvement continu dans une direction déterminée, par suite de la démagnétisation lente et inégale des aiguilles qui le constituent.

» Une autre cause d'instabilité provient de ce que la direction de ces systèmes est produite par la différence entre le champ terrestre et celui des aimants compensateurs; tout ce qui viendra modifier l'un ou l'autre de ces champs fera varier la position d'équilibre du système.

» En particulier, si le champ à étudier est produit par des phénomènes oscillatoires plus ou moins amortis, l'usage des systèmes astatiques sera rendu très aléatoire, à cause des démagnétisations qui accompagnent les oscillations amorties, et qui pourront agir aussi bien sur le système que sur les aimants directeurs.

» Enfin, dans le cas où le champ à étudier est très faible, il y aurait intérêt à en multiplier l'effet par l'emploi de pôles magnétiques élevés; or on sait que les conditions d'équilibre des systèmes astatiques sont indépendantes de la valeur des moments des aimants qui les forment.

» On peut éviter tous ces inconvénients, sans diminuer la sensibilité nécessaire, en employant un système extrêmement simple.

» Il se compose essentiellement d'un petit fléau horizontal portant à une de ses extrémités un aimant vertical et à l'autre un contrepoids non magné-

tique, laiton par exemple. Le tout est supporté par un fil métallique long et fin, fixé au milieu du fléau. On sait que, lorsque l'axe magnétique de l'aimant sera exactement vertical, le couple auquel l'aimant est soumis dans le champ terrestre sera sans action sur le fil de torsion. Ce fléau s'orientera alors sous l'action de la seule torsion du fil qui le supporte. Or, en rendant mobile sur le fléau le contrepoids opposé à l'aimant, on arrive très facilement à régler la verticalité de l'aimant. On voit que cette verticalité est obtenue justement quand le système obéit à la torsion du fil.

» Pour étudier un champ avec un pareil système, on placera le pôle inférieur de l'aimant dans la région à étudier, l'action sur le pôle supérieur étant très faible pour les champs non uniformes que l'on produit.

» Nous avons pu réaliser ainsi plusieurs systèmes très sensibles.

» L'un d'eux, par exemple, se compose d'une feuille de mica de 10^{cm} de large et 65^{mm} de hauteur, fixée par le milieu de sa largeur à l'extrémité d'un fil d'argent de $0^{mm},025$ de diamètre et de 95^{cm} de longueur.

» A l'une des extrémités de la feuille de mica se trouvent fixés verticalement 6 aimants cylindriques de 65^{mm} de longueur, pesant ensemble 2100^{mg}; le contrepoids est formé par une lame de laiton de poids égal et qui peut glisser le long du bord supérieur de la lame de mica. En déplaçant convenablement ce contrepoids, on arrive facilement à régler la verticalité des aimants; le système suit alors la torsion du fil et sa période est de $65''$.

» Le pôle des 6 aimants réunis est d'environ 20 C.G.S., son moment par rapport au fil de suspension fixé à 5^{cm} est donc de 100 C.G.S. Si ce pôle est placé dans un champ magnétique de 10^{-6} C.G.S., le système sera soumis à un moment de torsion de 10^{-4} erg; d'ailleurs, le couple de torsion antagoniste du fil d'argent est, pour une déviation de 1°, d'environ 2×10^{-4} erg; cette déviation correspond, sur une échelle placée à 2^{m}, à une longueur de 68^{mm}. On voit, par suite, qu'un champ de 10^{-6} C.G.S. sera aisément mesurable avec le système que nous venons de décrire.

» Les avantages de ces systèmes sont assez nombreux. Ils sont très faciles à régler, et, *a priori*, on ne voit aucune raison qui empêche d'augmenter beaucoup leur sensibilité, car la force portante des fils métalliques est très considérable par rapport à leur couple de torsion.

» D'autre part, ces systèmes sont dirigés par la torsion d'un fil, par conséquent soutraits aux influences des variations du champ extérieur autres que celles produites au voisinage immédiat de l'un des pôles de l'aimant. Une démagnétisation partielle sera sans influence sur leur position d'équilibre. La seule condition nécessaire à leur emploi est l'absence de pôles magnétiques un peu forts près de la région où l'on opère.

» En enfermant un de ces systèmes dans une boîte en laiton un peu épais

et de hauteur peu supérieure à la longueur des aimants, on obtient un amortissement excellent par les courants de Foucault que le mouvement développe dans les parois de laiton qui avoisinent les pôles.

» Les résultats déjà obtenus avec ces systèmes nous ont amenés à en essayer l'emploi pour des galvanomètres de haute sensibilité et parfaitement astatiques. Un appareil de ce genre est en ce moment à l'étude. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la convection électrique*. Note de M. **Vasilesco-Karpen**, présentée par M. Lippmann.

« Je me propose, dans cette Note, de décrire succinctement des expériences faites en vue de vérifier l'existence du champ magnétique provoqué par une masse électrique en mouvement.

» Un disque d'ébonite portant, sur ses deux faces, des secteurs S de papier d'étain, tourne autour de son axe entre deux lames de verre portant, elles aussi, sur leurs faces extérieures des secteurs de papier d'étain S'.

» Les secteurs S et S' sont reliés aux bornes d'une source de courant alternatif A; l'une de ces bornes est mise d'autre part à la terre, de cette façon la charge des secteurs varie suivant une sinusoïde et le courant de convection produit est un courant alternatif; soit i son intensité [1].

» Ce courant i induit, dans deux couronnes de fil B, de même axe que le disque et placées contre les faces extérieures des lames de verre, une force électromotrice

$$(1) \qquad e = M\omega i,$$

M étant le coefficient d'induction mutuelle de la nappe des courants de convection et des bobines B reliées en tension, ω la pulsation de la source A.

» Si les bobines B sont fermées sur un condensateur et si le système ainsi formé possède une période d'oscillation propre égale à celle de la source A, la différence de potentiel aux bornes du condensateur peut augmenter considérablement; cette différence de potentiel est

$$(2) \qquad E = \frac{L\omega}{R} e = \frac{ML\omega^2}{R} i,$$

---

[1] Les intensités et les forces électromotrices figurant dans cette Note sont des intensités et des forces électromotrices efficaces.

L et R étant le coefficient de self-induction et la résistance des bobines B.

» Si l'on introduit dans le circuit précédent un galvanomètre de résistance R', l'intensité du courant est

$$(3) \qquad I = \frac{e}{R + R'} = \frac{M\omega}{R + R'} i,$$

» On peut mesurer soit E soit I. Les formules montrent qu'il y a avantage à augmenter le diamètre du disque tournant et la fréquence du courant; celle-ci est pourtant limitée par la capacité propre du fil des bobines B qui prend, par rapport à la capacité correspondant à l'accord, une importance de plus en plus grande, les formules (2) et (3) n'étant plus qu'approchées pour les fréquences élevées.

» Je me suis arrêté aux dimensions et données suivantes :

Diamètre du disque tournant	80^{cm}
Épaisseur de la couche d'air entre le disque et les lames de verre	13^{mm} environ
Nombre des spires induites	1600
Diamètre moyen	72^{cm}
Résistance totale	60 ohms

» J'ai pris comme source de courant alternatif le secondaire d'une bobine d'induction alimentée directement par le secteur de la rive gauche, dont la fréquence est d'environ 42 périodes par seconde. La capacité correspondant à l'accord, pour cette fréquence, est d'environ 5 microfarads.

Le courant I, redressé par un petit commutateur actionné par un courant synchrone, traverse un galvanomètre *à cadre mobile*.

» La résistance de ce galvanomètre est de 60 ohms, il donne une déviation de 1^{mm} sur échelle placée à 2^{m} pour un courant de $2,5 \times 10^{-9}$ ampère.

» Si l'on appelle Q la charge efficace que prend le disque, v la vitesse de la lumière, N le nombre de tours du disque par seconde; le courant de charge du condensateur formé par les secteurs S et S' est

$$i_c = \frac{Q\omega}{v}$$

et le courant de convection correspondant

$$i = \frac{QN}{v};$$

on en déduit

$$i = \frac{N}{\omega} i_c.$$

» D'un autre côté j'ai déterminé expérimentalement le coefficient $K = \frac{M\omega}{R+R'}$, figurant dans la formule (3), à l'aide d'un courant témoin; remplaçant, dans cette formule (3), i par sa valeur en fonction de i_c on obtient

$$I = K\frac{N}{\omega}i_c.$$

» De sorte que l'expérience se réduit à la vérification de cette formule, c'est-à-dire la mesure du rapport de deux courants alternatifs à l'aide du même commutateur et du même galvanomètre convenablement shunté. Cette mesure est facilitée par ce fait que ces deux courants ont une même phase.

» On évite ainsi la mesure du potentiel du disque, celle de sa capacité et même la mesure en valeur absolue du courant témoin, puisqu'il suffit de connaître le rapport entre celui-ci et le courant induit I.

» Les résultats obtenus ont été, constamment et pour de nombreuses séries, aussi voisins qu'on pouvait l'espérer des résultats attendus.

» A la suite d'un accident je n'ai pu dépasser la vitesse de 800 tours par minute; jusqu'à cette valeur les déviations ont été proportionnelles aux vitesses, elles ont été également proportionnelles aux courants de charge, c'est-à-dire aux potentiels, qui ont été poussés jusqu'à l'apparition des effluves entre le disque et les faces internes des lames de verre.

» Je n'ai pas constaté la moindre variation de la capacité du disque par suite de son mouvement; le courant de charge i_c reste rigoureusement constant pour toutes les vitesses *tant qu'il n'y a pas d'effluve*.

» Ces expériences me paraissent ne plus devoir laisser de doute sur l'existence de l'effet Rowland.

» Je me permettrai de revenir dans une prochaine Communication sur quelques particularités de ces expériences ainsi que sur les résultats numériques obtenus. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Procédé de radioscopie stéréoscopique.* Note de M. **Th. Guilloz**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai été conduit à réaliser cette méthode par l'expérience suivante :

» Devant un stéréoscope ordinaire, on fait tourner un disque rotatif présentant deux secteurs vides passant alternativement devant les verres du stéréoscope, de telle

sorte que la vision ne puisse jamais se faire au même moment que par un seul œil. La sensation parfaite de relief est obtenue avec une vitesse de rotation du disque qui, suivant les observateurs et les conditions de l'observation, ne dépasse pas cinq tours à la seconde, est en moyenne de trois par seconde et peut même être abaissée à un tour par seconde. Il y a, dans ces conditions, une persistance cérébrale suffisante de l'impression des images rétiniennes des deux yeux, pour donner le relief stéréoscopique. Cette sensation de relief est aussi parfaite avec ces images successives que si les deux yeux voyaient simultanément d'une manière continue. Au lieu de regarder dans un stéréoscope, on peut examiner ainsi un objet réel.

» Il n'y a pas, dans cette expérience, de papillotement gênant, pourvu que l'éclipse totale qui se produit pour les deux yeux entre le moment où l'un cesse de voir et où l'autre est démasqué ne soit pas de longue durée. Un observateur, dont les yeux restent immobiles pendant l'éclipse et qui peut localiser les objets dans l'espace en visant avec les deux yeux, abaisse facilement la vitesse de rotation à un tour par seconde.

» Dans le cas, plus fréquent, où l'observateur a continué de viser avec un œil, il voit, avec les faibles vitesses de rotation, des déplacements parallactiques des diverses régions de l'objet considéré en profondeur. C'est alors qu'il faut une vitesse de trois à cinq tours par seconde *au maximum* pour faire disparaître tout mouvement dans l'objet et le voir comme dans la contemplation directe.

» En résumé, cette expérience montre que, pour tous les yeux, la radioscopie stéréoscopique devient *pratiquement réalisable* en déplaçant le tube producteur de rayons X, au lieu d'utiliser deux sources de rayons X. Une grande difficulté se trouve ainsi supprimée dans l'application de la méthode d'examen. Quand on opère avec deux tubes, ou avec un tube à double anticathode, il est toujours difficile de les régler à égale émission et leur inégalité prédispose aux illusions de relief (1). L'emploi, que j'ai précédemment indiqué (2), d'un tube symétrique, donne des images moins nettes que les tubes focus, et ne permet pas d'obtenir un fonctionnement bien régulier en variant la dureté des rayons suivant toutes les exigences de l'examen radioscopique.

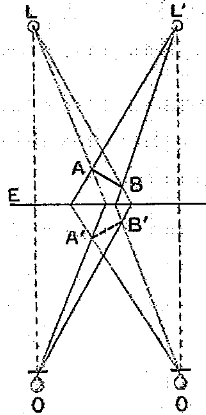
» Dans le dispositif auquel je me suis arrêté, l'ampoule productrice de rayons X est montée sur un support mobile autour d'un axe qui en occupe l'extrémité. Entre cet axe et la partie terminale portant une boîte isolante dans laquelle est assujettie l'ampoule à rayons X, se trouve un galet qui se déplace dans une gorge fraisée sur la surface d'une poulie. La gorge est formée de deux sillons parallèles, occupant chacun respectivement environ une demi-circonférence de la poulie. Leurs plans parallèles sont distants de 1^{cm}, et ils sont raccordés par un chemin sans courbure brusque. La

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1303.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 757.

longueur de ces raccords n'occupe qu'environ le dixième de la circonférence de la poulie. Lors de la rotation de la poulie, le tube est déplacé alternativement à gauche et à droite, et la grandeur du déplacement dépend de la longueur donnée au support. Le dixième du temps de rotation est employé à ce déplacement et le tube occupe pendant 0,45 de la rotation la position gauche L, et pendant le même temps la position droite L'.

» Les tubes que j'ai employés résistent bien à ces brusques déplacements, et la



disposition mécanique adoptée amortit les oscillations quand le tube arrive aux positions L et L'. L'observateur place devant ses yeux un appareil à éclipse, formé simplement de petits volets qui s'ouvrent respectivement par le jeu d'électro-aimants quand le tube occupe la position L et la position L'. Les deux yeux sont masqués quand le tube se déplace de L en L', ou inversement, et il n'y en a qu'un de démasqué quand le tube est en L, l'autre se démasquant quand le tube est en L'. Si le déplacement LL' est symétrique par rapport à l'écran E de la position OO' des yeux et si l'œil O est démasqué quand le tube est en L (expérience montée en parallèle), la vision stéréoscopique des ombres radioscopiques de AB donne la sensation d'un objet virtuel A'B', symétrique de AB par rapport à E, et sur lequel on pourra effectuer, comme à la chambre claire, toutes les mensurations voulues en y portant une graduation.

» Si le déplacement LL' n'est pas égal à la distance OO' des yeux, si OO' n'est pas symétrique de LL' par rapport à E, on observe une image qui est celle du symétrique de l'objet plus ou moins déformé. Lorsque l'expérience est montée croisée (œil O démasqué pendant que le tube est en L') on voit, localisée derrière l'écran, une image plus ou moins déformée de l'objet. Dans ces diverses circonstances d'observation, on ne peut faire de mensurations, mais le relief stéréoscopique est encore utile pour se rendre compte des rapports réciproques et peut permettre d'effectuer ou de vérifier, par exemple, une coaptation de fragments osseux.

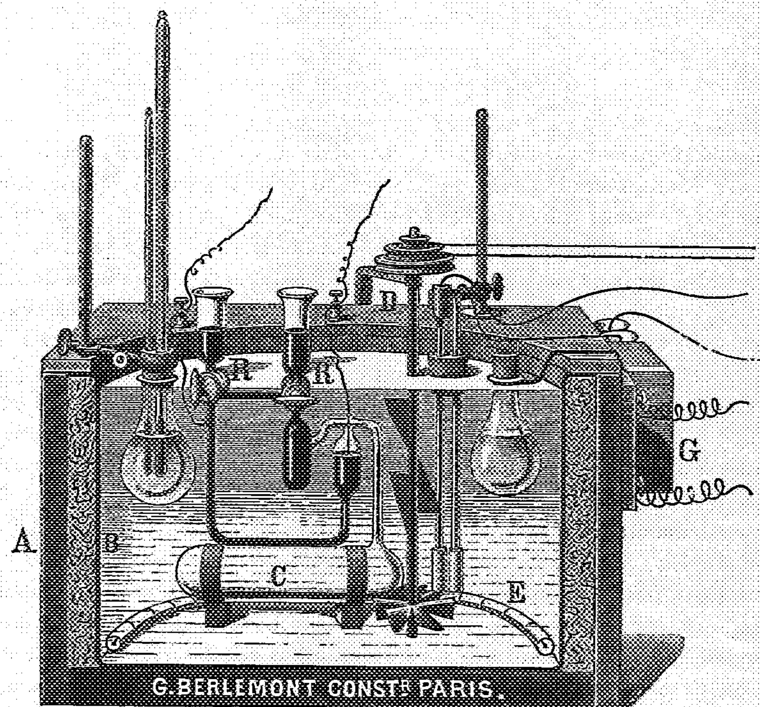
» L'adjonction de ce simple dispositif aux appareils de radiographie permet de pratiquer en vision radiostéréoscopique les examens radiosco-

piques ordinaires, susceptibles d'être effectués dans de bonnes conditions de luminosité et de contraste (os, thorax, cœur). Pour que le relief apparaisse vivement, il faut que le tube ait un bon rendement en rayons X, car, ainsi que M. Charpentier l'a montré, une intensité lumineuse *très faible* ne fait pas apparaître le relief en vision binoculaire. »

PHYSIQUE. — *Sur un thermostat à chauffage et régulation électriques.* Note de MM. C. Marie et R. Marquis, présentée par M. Moissan.

« Nous décrivons ici un thermostat très simple, très facilement réglable, qui nous a servi au cours des recherches dont nous nous proposons d'entretenir prochainement l'Académie.

» Il se compose d'un récipient cylindrique B en tôle émaillée, d'une quinzaine de litres, rempli d'eau distillée.



» Ce récipient est contenu dans une caisse A, et l'intervalle est rempli de sciure ou de paille de bois, afin de diminuer autant que possible le rayonnement.

» Le bain est chauffé électriquement au moyen du fil de platine E, parcouru par un courant que l'on peut régler au moyen d'un rhéostat.

» Un agitateur D, actionné par un petit moteur électrique, permet de réaliser l'homogénéité thermique de la masse d'eau.

» La constance de la température est assurée par un thermorégulateur, constitué par un gros cylindre de verre C, rempli du liquide thermométrique choisi (dans notre cas particulier, nous employions l'acétone, dont le coefficient de dilatation est assez grand pour donner à l'appareil une sensibilité convenable); la dilatation de ce liquide, faisant varier le niveau du mercure au voisinage d'une pointe de platine, provoque la rupture ou l'établissement d'un courant fourni par une pile auxiliaire; ce courant actionne un relais G qui commande le courant de chauffage.

» L'appareil peut être réglé pour une température déterminée de la façon suivante :

» On commence, en manœuvrant convenablement les robinets R et R', par amener le mercure au contact du fil de platine; puis, le chauffage étant établi et le robinet R fermé, on ouvre le robinet R', de façon que la dilatation du liquide thermométrique repousse le mercure dans le réservoir R'. Lorsque la température désirée est atteinte, on ferme R' et l'on ouvre R, l'appareil règle aussitôt; avec quelque pratique, on arrive ainsi très exactement à chauffer à la température que l'on désire.

» Le thermorégulateur que nous venons de décrire permet de maintenir constante la température du bain, à 2 ou 3 centièmes de degré près. Cet écart de température correspond à une variation qui atteint à peine le centième de degré, dans la température intérieure de fioles plongées dans le thermostat. »

CHIMIE. — *Sur le sulfate cuivreux*. Note de M. A. **Joannis**.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 6 décembre 1897 (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 948), j'ai montré l'existence d'une combinaison d'oxyde de carbone et de sulfate cuivreux, en dissolution, qui jouissait de la propriété curieuse de se dissocier en donnant du sulfate cuivrique et une pellicule de cuivre métallique à la surface de la dissolution.

» Depuis, j'ai continué mes recherches sur les sels cuivreux.

» En évaporant cette dissolution, à basse température et dans une atmosphère d'oxyde de carbone, pour éviter toute dissociation, j'ai obtenu de petits cristaux blancs, partiellement effleuris, très altérables à l'air, qui m'ont donné à l'analyse les résultats suivants :

	Trouvé		Calculé pour
	I.	II.	$SO^4Cu^2, 2CO, H^2O$
SO^4	33,33	32,08	32,32
Cu	44,90	42,07	42,77
CO	16,98	17,59	18,85
H^2O	5,40	»	6,06
	100,61	»	100,00

» Le rapport du cuivre à l'acide sulfurique $\frac{Cu}{SO^4}$ est de 2,04 et de 1,98 dans ces analyses, au lieu de 2,00. La proportion obtenue pour l'oxyde de carbone est un peu faible, parce que l'on perd un peu de ce gaz, par dissociation du produit, quand on retire le composé du vase où l'évaporation s'est produite et qu'on l'introduit dans l'appareil qui sert à l'analyser. La proportion d'eau est aussi un peu faible, parce que la matière était manifestement effleurie à la surface.

» L'oxyde de carbone a été dosé en faisant le vide au-dessus de la matière, légèrement chauffée au début, puis plus fortement à la fin, et en aspirant les gaz à travers une couche de carbonate de baryum sec (pour retenir, au besoin, des traces de vapeurs d'acide sulfurique), puis à travers un tube de ponce sulfurique taré, pour absorber la vapeur d'eau.

» La décomposition du sulfate cuivreux en cuivre et sulfate cuivrique, lorsqu'on fait le vide au-dessus du composé $SO^4Cu^2, 2CO, H^2O$ solide ou dissous, semble indiquer que le sulfate cuivreux ne peut exister seul, à cette température. Mais il peut exister combiné à l'ammoniac, au lieu d'être combiné à l'oxyde de carbone. Dans la même Note, citée plus haut, je faisais remarquer qu'en présence de liqueurs ammoniacales, la réduction du sulfate de cuivre était beaucoup plus facile, mais que cette fois c'était l'oxyde de carbone qui jouait le rôle de réducteur; j'ai constaté, en effet, qu'une partie de ce gaz était transformée en acide carbonique, ce qui n'avait pas lieu en l'absence d'ammoniaque. (Le cuivre n'intervient pas sensiblement, car il ne semble pas se dissoudre, quand on en met dans la liqueur et, d'ailleurs, la décoloration du sulfate de cuivre peut être obtenue aussi rapidement sans lui.) En faisant ensuite le vide, tout l'oxyde de carbone dissous dans la liqueur disparaissait sans produire la décomposition de la matière en cuivre et sulfate de cuivre; ce qui me permettait de conclure ainsi : « Il peut exister, dans ce cas, une combinaison de sulfate cuivreux et d'ammoniac ».

» Mais le cuivre et l'oxyde de carbone ne sont pas les seuls corps qui puissent ramener les sels cuivriques à l'état de sels cuivreux; j'ai montré aussi que le phosphure d'hydrogène donne avec le sulfate de cuivre un composé cuivreux, quand il est mélangé avec des gaz capables d'être absorbés par les sels cuivreux (oxyde de carbone, acétylène, oxygène) (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1322).

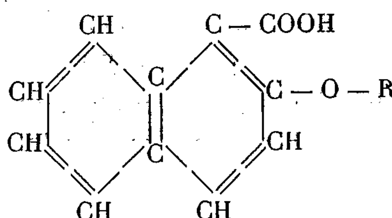
» Jusqu'ici j'ai étudié surtout l'action de l'oxyde de carbone en présence du cuivre; en liqueur non ammoniacale, en particulier sur l'azotate de cuivre, le formiate et l'acétate de cuivre. Ces divers sels, en présence de cuivre métallique et sous l'influence de l'oxyde de carbone, absorbent ce gaz en se décolorant. Je continue actuellement l'étude de l'action réduc-

trice de l'oxyde de carbone sur les sels cuivriques en liqueurs ammoniacales. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'acide oxy-2-naphtoïque-1.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 377), j'ai montré qu'on peut facilement passer des éthers oxydes du parabromophénol aux éthers oxydes correspondants de l'acide paraoxybenzoïque. Pour vérifier la généralité de la méthode employée, j'ai appliqué les mêmes réactions à quelques éthers oxydes du bromo-1 naphtol-2.

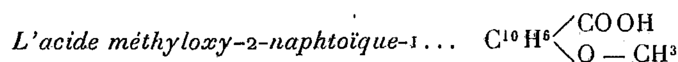
» Ceux-ci ont été obtenus en faisant agir sur le bromo-1 naphtol-2 des iodures alcooliques en présence de potasse. Étant donné le mode de formation de ces corps, les acides auxquels ils donnent naissance ont évidemment la constitution



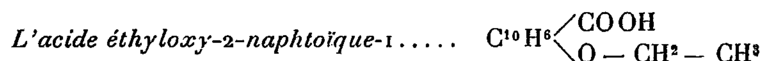
» Pour les préparer, j'opère de la manière suivante : 50^g d'oxyde bromonaphtolique et 50^g d'éther anhydre sont placés dans un ballon avec 6^g de magnésium en tournure très mince. On porte à l'ébullition et l'on fait tomber goutte à goutte dans le mélange 2^g ou 3^g de brome bien sec, qui disparaît aussitôt. Au bout d'un certain temps la réaction s'amorce, mais le composé organo-magnésien qui prend naissance, étant insoluble dans l'éther, se dépose et, recouvrant le métal non attaqué, gêne la réaction. Lorsque la masse est devenue trop pâteuse, on y ajoute 50^g d'éther en continuant à chauffer. Il est cependant impossible de déterminer la transformation complète du magnésium.

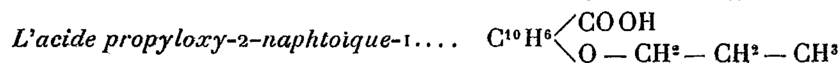
» Dans la liqueur pâteuse qui résulte de l'opération précédente, on fait passer pendant 4 heures un courant d'anhydride carbonique sec. Celui-ci est lentement absorbé. Après traitement à l'acide chlorhydrique, on lave à l'eau la couche éthérée, on la décante, et l'on chasse l'éther par évaporation. Le résidu solide est agité avec une solution alcaline. L'acide se dissout et après précipitation est purifié par cristallisation dans un dissolvant approprié.

» J'ai ainsi préparé avec un rendement de 20 pour 100 environ :



L'acide méthyloxy-2-naphtoïque-1... $C^{10}H^6\left\langle\begin{matrix}COOH\\O - CH^3\end{matrix}\right.$


L'acide éthyloxy-2-naphtoïque-1..... $C^{10}H^6\langle\begin{matrix}COOH\\ O - CH^2 - CH^3\end{matrix}$


L'acide propyloxy-2-naphtoïque-1.... $C^{10}H^6\langle\begin{matrix}COOH\\ O - CH^2 - CH^2 - CH^3\end{matrix}$

» *L'acide méthyloxy-2-naphtoïque-1* cristallise dans l'alcool à 90° en prismes courts, fusibles à 176°. Maintenu quelques instants à cette température, il se décompose rapidement en perdant de l'anhydride carbonique. Ce corps est identique à celui que Rousset (Thèse, p. 81) a préparé par oxydation de l'aldéhyde méthyloxy-2-naphtoïque-1.

» *L'acide éthyloxy-2-naphtoïque-1* se dépose au sein de l'alcool étendu de deux fois son volume d'eau en lamelles transparentes, fusibles à 142°. Ce corps commence à perdre de l'anhydride carbonique à 160°.

» *L'acide propyloxy-2-naphtoïque-1* cristallise dans l'alcool en longues aiguilles blanches groupées en étoiles et fusibles à 79°. Il commence à se décomposer vers 145°.

» Les trois acides précédents sont très solubles dans les dissolvants usuels, la ligroïne exceptée. Chauffés pendant quelques instants avec une solution concentrée d'acide bromhydrique dans l'eau, ils sont, à l'ébullition de ce liquide, rapidement décomposés. Il y a départ d'anhydride carbonique, régénération d'un éther oxyde du β-naphtol, qui, sous l'influence de l'acide bromhydrique, se saponifie partiellement à son tour. »

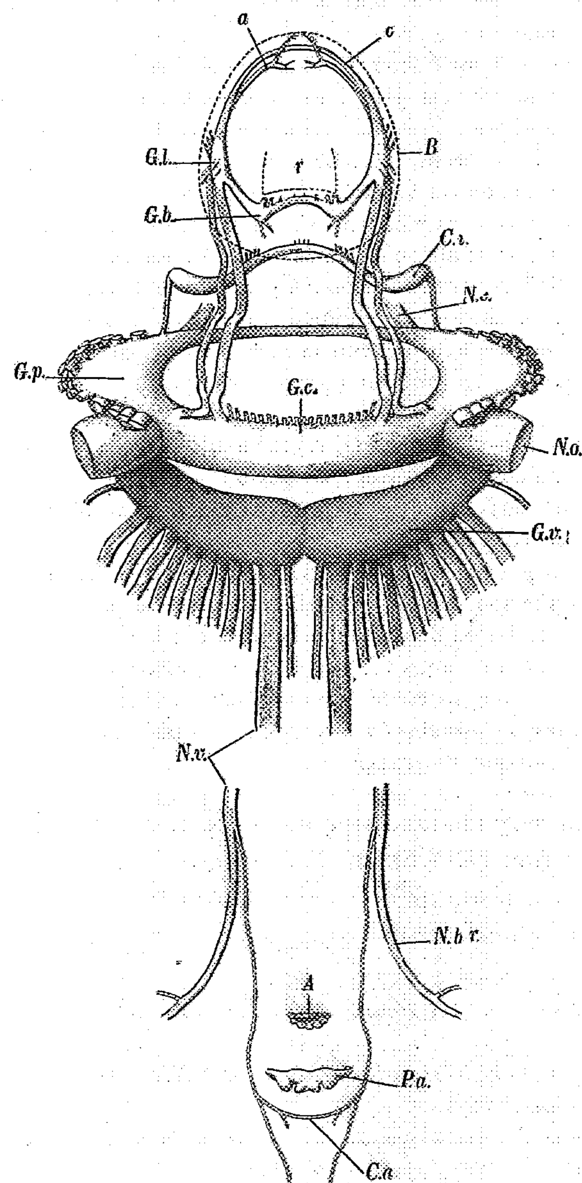
ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux du Nautile.* Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le système nerveux du Nautile, seul représentant actuel du groupe des Céphalopodes tétrabranchiaux, n'a pas été décrit jusqu'ici d'une manière complète.

» Les ganglions cérébroïdes (*G. c.*) forment un cordon épais, continu, à section elliptique, s'étendant transversalement en arrière du bulbe buccal (*B*). Ils donnent naissance à de nombreux nerfs qui se répandent dans la région dorsale du bulbe et, de chaque côté, à deux gros rubans nerveux, sur lesquels se continue l'épaisse membrane fibreuse qui les recouvre, et qui aboutissent, sur la face ventrale, à un ganglion aplati, triangulaire, le ganglion labial (*G. l.*); celui-ci se continue en avant, en se rétrécissant graduellement, par un nerf qui se soude, sur la ligne médiane, avec celui du côté opposé. Cet anneau nerveux, dépendant uniquement des ganglions cérébroïdes et embrassant le tube digestif en arrière des lèvres, est une véritable commissure labiale (*c*), comme l'a fait remarquer Pelseneer [1]; cette commissure, caractéristique

[1] P. Pelseneer, *Recherches morphologiques et phylogénétiques sur les Mollusques archaïques* (*Mém. cour. Ac. Sc. Belg.*, t. LVII, 1898-1899).

des types les plus primitifs des Mollusques (Diotocardes, Amphineures, Scaphopodes), est, pour ainsi dire, double ici; en effet, un peu au-dessus des ganglions labiaux, se détache intérieurement une branche (a) non signalée jusqu'ici, qui, en avant, se renfle et



se dédouble pour innerver la langue, ainsi que le montre la figure schématique ci-dessus se rapportant au *Nautilus pompilius* L. Le ganglion labial se rattache en outre à un autre ganglion, le ganglion buccal (*G. b.*) réuni par une commissure avec le ganglion

correspondant du côté opposé. De ces masses ganglionnaires diffuses partent de nombreux nerfs qui se distribuent dans le bulbe buccal.

» Les ganglions cérébroïdes se continuent sans séparation nette avec les ganglions pédieux (*G. p.*), très élargis dans leur région moyenne et unis l'un à l'autre par une commissure assez grêle qui ne présente aucune constriction médiane comme l'a figuré Owen (¹), ni aucun renflement comme l'a indiqué Jhering (²). Sur le bord externe et sur la face postérieure de ces ganglions, prennent naissance les nerfs destinés aux tentacules. Le nerf optique (*N. o.*), de taille considérable, s'attache de chaque côté à l'extrémité des ganglions cérébroïdes. Le nerf de l'entonnoir (*N. e.*), en forme de large ruban, s'insère obliquement et ventralement à la partie inférieure des ganglions pédieux. Un peu extérieurement à ce nerf, s'en détache un autre qui, d'abord assez grêle et presque superficiel, se renfle (chez la femelle) en un ganglion allongé (*C. i.*), qui pénètre dans la partie inférieure de l'*inner inferior lobe* de Ray Lankester, où il forme, avec le symétrique, un cordon ganglionnaire continu qui fournit de nombreux nerfs à cet organe sensoriel énigmatique. Sur la face postérieure du ganglion pédieux, au-dessous du nerf optique, se voit un otocyste volumineux innervé par les ganglions cérébroïdes.

» Les ganglions palléo-viscéraux (*G. v.*) forment deux masses un peu aplaties qui viennent se souder au collier antérieur au-dessous des nerfs optiques. Ils donnent, en arrière, une série de nerfs plats qui, à quelque distance de leur insertion, pénètrent obliquement dans la paroi du manteau. Le second nerf à partir de la ligne médiane est beaucoup plus large et aussi plus épais que les autres, c'est le nerf viscéral (*N. v.*) qui ne possède pas sur son trajet le ganglion mentionné par Owen, non observé par Keferstein (³), et se divise en deux branches inégales : l'externe, la plus forte (*N. br.*), se bifurque au niveau de l'anus (*A*) en deux rameaux, dont chacun se rend à une branchie; l'interne se poursuit en arrière et donne une branche commissurale (*C. a.* en arrière des papilles post-anales (*P. a.*) regardées par Willey (⁴) comme une paire d'osphradies, à tort suivant Pelseneer.

» Cette commissure anale, soupçonnée par Kerr (⁵), niée par Pelseneer, située dans la portion réfléchie du manteau, est importante à considérer, à cause de la comparaison qu'elle suggère avec la disposition réalisée chez les Chitons, dont le nerf palléal correspondrait à l'ensemble formé par les

(¹) R. OWEN, *Memoir on the Pearly Nautilus* (*Nautilus pompilius* Linn.). London, 1832.

(²) H. VON JHERING, *Vergleichende Anatomie der Nervensystemes und Phylogenie der Mollusken*. Leipzig, 1877.

(³) W. KEFERSTEIN, *Cephalopoda*, in *Bronn's Klassen und Ordnungen der Weichthiere*, 1866.

(⁴) A. WILLEY, *The preocular and the post-ocular tentacles and osphradia of* Nautilus (*Quart. Journ. of micr. Sc.*, vol. XL, 1897).

(⁵) J.-G. KERR, *On some points in the anatomy of* Nautilus pompilius (*Proc. zool. Soc.*; London, 1895).

ganglions palléo-viscéraux et les nerfs viscéraux du Nautile. Il n'est pas sans intérêt de remarquer, en outre, que, chez le Nautile, l'anus est tout à fait postérieur; que, par suite, la flexion ventrale d'arrière en avant, qui fait prendre au tube digestif des Mollusques la forme d'U, est ici à peine indiquée et que, par conséquent, le Nautile s'éloigne moins, à tous égards, que les Céphalopodes dibranchiaux, du type chitonidien primitif, à tube digestif rectiligne, que l'on tend aujourd'hui à regarder comme le progéniteur des Mollusques. »

ZOOLOGIE. — *Sur un mode nouveau de constitution de la chaîne, chez une Salpe nouvelle du Golfe Persique* (Stephanosalpa polyzona). Note de MM. **Jules Bonnier** et **Charles Pérez**, présentée par M. Alfred Giard.

« On connaît actuellement chez les Salpes deux modes différents d'association des blastozoïtes en chaînes :

» Chez les unes (*Cyclosalpa*) le stolon est symétrique par rapport au plan de symétrie de l'oozoïte lui-même; il se présente, dans la plus grande partie de son étendue, sous forme d'un triangle étroit, s'évasant dans la direction de l'extrémité buccale et l'on y rencontre, sur deux rangs, une série pour ainsi dire continue de jeunes blastozoïtes à tous les stades successifs de leur développement. Dans la région distale du stolon, les blastozoïtes les plus anciennement formés s'organisent, par des mouvements complexes de rotation, en un groupement circulaire, qui se détache ensuite par autotomie. En arrière d'un pareil cycle, prêt à se détacher, on peut en voir un second commençant à s'ébaucher entre des blastozoïtes notablement plus petits, et qui ne sera mis en liberté qu'à une autotomie ultérieure. De sorte que les chaînes ont toujours la forme de cycles simples, les individus, d'axes parallèles, étant groupés, comme les quartiers d'une orange, autour d'un axe commun de suture qui représente, pour chacun d'eux, une ligne médioventrale.

» Chez les autres (*Salpa*) le stolon s'enroule autour du nucleus, de manière à décrire une sorte de spirale le long de laquelle les blastozoïtes sont distribués sur deux rangs alternes. En outre le stolon, au lieu de présenter, suivant sa longueur et en série continue, les stades progressifs de l'évolution des bourgeons, est au contraire fragmenté en tronçons, en arcs successifs; tous les bourgeons sont sensiblement au même stade de croissance dans un même arc, alors qu'il y a, d'un arc au suivant, une

brusque discontinuité; et c'est, à chaque fois, l'autotomie du tronçon distal qui donne naissance à la double chaîne linéaire des formes agrégées.

» Nous avons recueilli, le 13 mars 1901, dans la petite baie de Kumzar (côte arabe du détroit d'Ormuz), un certain nombre de chaînes d'une Salpe nouvelle qui présente un trosième mode différent d'association des blastozoïtes. Ceux-ci sont tout d'abord réunis, au nombre de 7 à 12, en cycles rappelant ceux des *Cyclosalpa*; mais, alors que chez ces dernières un cycle unique constitue à lui seul la chaîne entière des formes agrégées, le cycle n'est ici qu'un groupement de premier ordre, et la chaîne générale un groupement de deuxième ordre, une guirlande formée par la réunion en file longitudinale de plusieurs cycles semblables dont les axes sont parallèles entre eux. Dans les spécimens recueillis, les chaînes comprenaient 4 à 6 de ces cycles; mais, étant donnée l'extrême fragilité des attaches, il est bien possible que nous n'ayons eu entre les mains que des fragments de chaînes primitivement constituées par un plus grand nombre de cycles. La suture d'un cycle au suivant a lieu par deux individus appartenant respectivement aux deux cycles et réunis l'un à l'autre par un tractus qui, pour chacun d'eux, est dorsal.

» Nous n'avons malheureusement pas, dans notre court séjour, recueilli de formes solitaires, et les embryons portés par les blastozoïtes (un par blastozoïte) sont trop peu avancés pour fournir un renseignement précis sur l'anatomie de l'oozoïte adulte. La seule considération de la chaîne permet toutefois de prévoir que le bourgeonnement doit participer à la fois du mode des *Salpa* et de celui des *Cyclosalpa* : l'agencement en cycles ayant lieu non pas successivement et à la seule extrémité distale du stolon, mais simultanément sur toute la longueur d'un tronçon où les blastozoïtes sont au même stade d'évolution.

» Au caractère tiré de la constitution de la chaîne, nous nous contenterons d'ajouter ici les particularités anatomiques les plus saillantes de l'organisation des blastozoïtes. Leur taille est de 4^{cm} à 5^{cm}; les orifices, buccal et cloacal, sont tous deux terminaux; il n'y a pas de nucleus et le tube digestif, contourné en arrière en anse lâche, se termine au voisinage de l'extrémité postérieure de la branchie; l'anse intestinale décrit une courbe gauche, une sorte d'hélice faisant un peu moins d'un pas; et cette courbe se répétant dans tous les individus d'un cycle symétriquement par rapport à l'axe de suture, toutes les anses intestinales apparaissent comme des arcs successifs d'une même courbe hélicoïdale tracée sur un tore. Un cœcum est étroitement accolé sur la convexité du tube digestif, le long du premier tiers de sa courbure. Le testicule forme une masse discoïde, elliptique, appliquée contre la concavité de l'anse intestinale, dans la région moyenne de son trajet. Les régions latéro-dorsales du corps ne présentent pas traces des rubans glandulaires si caractéristiques chez *Cyclosalpa pinnata* Forskal.

» Il nous paraît donc légitime d'établir pour cette Salpe à chaînes en guirlandes le sous-genre nouveau *Stephanosalpa*, et nous proposons pour l'espèce recueillie par nous à Kumzar le nom de *Stephanosalpa polyzona*. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'influence du sujet sur le greffon*. Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait que la production d'un arbre fruitier dépend, dans une certaine mesure, de la nature du sujet sur lequel cet arbre a été greffé. Ainsi un Poirier greffé sur un Coignassier porte des fruits plus gros et plus abondants qu'un autre Poirier de la même variété qui serait greffé sur un Poirier et se trouverait d'ailleurs dans les mêmes conditions. L'étude des réserves hydrocarbonées accumulées dans les tiges aux diverses époques de l'année m'a permis de déterminer une des causes de cette influence. Supposons, en effet, des Poiriers d'une variété déterminée, la « Duchesse d'Angoulême », par exemple, greffés les uns sur des Coignassiers, les autres sur des poiriers. Les jeunes plants ainsi obtenus sont cultivés dans les mêmes conditions; puis, aux diverses époques de l'année, on dose l'ensemble des réserves hydrocarbonées (sucres et matières amylacées) dans les tiges de deux plants comparables, l'un greffé sur Coignassier, l'autre greffé sur Poirier. En opérant de cette façon sur l'ensemble des tiges des plants greffés depuis deux ans, j'ai obtenu les résultats suivants :

	Tige greffée		Différence en faveur du Coignassier.
	sur Poirier.	sur Coignassier.	
19 janvier.........	23,7	25,9	+ 2,2
26 février.........	21,7	25,4	+ 3,7
28 mars...........	24,3	27,9	+ 3,6
9 mai............	21,6	21,3	— 0,3
17 juin...........	22,2	22,6	+ 0,4
22 juillet.........	22,6	22,9	+ 0,3
7 septembre......	24,5	25,8	+ 1,3
16 octobre........	23,4	25,4	+ 2,0
22 novembre......	23,4	25,3	+ 1,9
26 décembre......	23,4	25,5	+ 2,1

» Les nombres portés sur ce Tableau indiquent la quantité de réserves hydrocarbonées renfermées dans 100 parties de matière sèche. Pendant l'automne et l'hiver, les réserves accumulées dans les tiges sont donc plus abondantes lorsque le porte-greffe est un Coignassier. Au printemps, la plante peut ainsi consacrer à la formation des fruits une plus grande quantité d'aliments; il est naturel que la production soit alors plus considérable.

» Mais pourquoi les réserves sont-elles plus abondantes dans les tiges greffées sur Coignassier ? Dans tous les cas, les feuilles ont la même composition et assimilent vraisemblablement de la même facon; puis une partie des réserves formées passe dans la racine, le reste demeure dans la tige. Or, comme je l'ai constaté, les racines de Coignassier sont moins riches en réserves que celles de Poirier et, par conséquent, ont emprunté aux parties aériennes une proportion moindre de réserves ; c'est ainsi que la tige greffée sur Coignassier reste plus riche en matières nutritives. On conçoit d'autre part que les réserves de la tige, plus voisines des fruits que celles de la racine, soient mieux utilisées.

» J'ai entrepris avec diverses plantes des expériences destinées à généraliser ce que je viens de dire sur le Poirier. Si les résultats viennent confirmer ceux que j'ai déjà obtenus, on pourra conclure que les porte-greffes les plus avantageux sont ceux dont les racines emmagasinent le moins de matières de réserves. Les tiges conservent alors une plus grande proportion des substances élaborées par les feuilles et sont rendues plus fertiles. On pourra ainsi, dans le cas des plantes dont la culture est encore mal connue, éviter de trop longs tâtonnements dans le choix des porte-greffes. Il va sans dire que des causes autres que celles que je viens d'indiquer peuvent intervenir et influer sur la qualité d'un porte-greffe. »

MORPHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le développement du* Cicer arietinum L. *après des sectionnements de l'embryon.* Note de M. **P. Ledoux**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les feuilles des Légumineuses sont très polymorphes. Les premières, en particulier, diffèrent toujours des autres. Me réservant de publier ultérieurement les résultats des recherches que j'ai effectuées dans toutes les tribus de cette famille, je me bornerai aujourd'hui à l'étude d'une seule Viciée, le *Cicer arietinum L.*

» Les deux premières feuilles du *Cicer*, préformées dans l'embryon, sont écailleuses, sessiles et trilobées. Les suivantes portent de cinq à dix-sept folioles égales, fortement dentées, opposées ou subopposées.

» Il est très rare que cette plante ait normalement un rameau axillaire cotylédonaire. Je n'en ai jamais obtenu qu'un sur un exemplaire que j'appellerai témoin B. La première feuille de ce rameau cotylédonaire était unifoliolée. Ce rameau très peu développé ne portait que trois feuilles dont la dernière avait cinq folioles analogues à celles de la tige principale.

» Je me suis demandé s'il est possible, par des sectionnements de l'embryon, faits avant le semis, d'obtenir l'une ou l'autre des différentes formes de feuilles successives : écailleuses, unifoliolées ou plurifoliolés ?

» J'ai divisé en quatre lots les plantes étudiées :

» PREMIER LOT. — Échantillons témoins.

» DEUXIÈME LOT. — Un cotylédon enlevé, la gemmule restant intacte.

» TROISIÈME LOT. — Un cotylédon enlevé, la gemmule supprimée au-dessus de l'insertion des cotylédons.

» QUATRIÈME LOT. — Les deux cotylédons restant en place, la gemmule supprimée au-dessus de l'insertion des cotylédons.

» *Plantes du deuxième lot.* — Elles diffèrent des témoins :

» (*a*) Par une taille beaucoup plus faible;

» (*b*) Par la simplicité plus grande des feuilles aux premiers nœuds;

» (*c*) Par la réduction de l'appareil vasculaire.

» *Plantes du troisième lot.* — La portion basilaire de la gemmule restée au-dessous de la section faite, s'est un peu allongée; mais l'organe n'a pas été régénéré. Il est cependant né, au niveau de la section, deux petites feuilles très peu différenciées.

» Mais le fait le plus intéressant, c'est qu'il est né, à l'aisselle de chaque cotylédon, un vigoureux rameau de remplacement, comparable par son origine au rameau cotylédonaire du témoin B, mais qui s'en distinguait :

» Par des dimensions beaucoup plus grandes;

» Par de profondes irrégularités dans la forme, la taille et la disposition des folioles, surtout aux premiers nœuds.

» L'un de ces rameaux cotylédonaires, que j'appellerai X, situé légèrement au-dessous de l'autre, était à son premier nœud moins différencié que le second (β).

» Tandis que la première feuille du rameau cotylédonaire du témoin B était pétiolée, unifoliolée et bistipulée, la première feuille de ce rameau α était formée d'un seul lobe, sessile, court et aigu. On serait tenté d'assimiler cet organe à une feuille écailleuse dont il se rapprochait en effet par la situation et par l'aspect. Mais un examen attentif montre que cet organe est formé d'une partie mince et d'un bord épais. La région mince présente des faisceaux orientés normalement et situés au milieu de cellules peu différenciées comme dans les feuilles écailleuses. La marge épaisse ressemble par sa forme et par la présence de cellules grandes et irrégulières, à un pétiole normal. Mais elle ne renferme que deux faisceaux opposés par leur bois, comme un pétiole cotylédonaire. Cette première feuille réunit donc des caractères de pétiole cotylédonaire et des caractères de feuille écailleuse.

» Au deuxième nœud de ce rameau X, il existait deux stipules isolées, de forme et de taille très différentes. L'une, née la première, était formée d'un petit lobe non denté. L'autre, beaucoup plus grande, très élargie, fortement arquée et dentée du côté concave, était orientée dans un plan vertical. Elle portait à son extrémité une foliole dentée de structure normale dont le pétiole était, sur toute sa longueur, soudé à cette stipule arquée. Ces deux stipules, si différentes d'aspect, avaient néanmoins une constitution analogue; chacune d'elles était reliée au cylindre central par un faisceau médian et deux latéraux comme dans les feuilles pétiolées. Elles présentent toutes

deux une marge beaucoup plus épaisse que l'autre. Par la disposition de ses faisceaux et sa différenciation en parenchymes palissadique et lacuneux, la partie mince était comparable à un limbe foliaire. Par l'orientation de ses faisceaux et la disposition de son parenchyme en cellules grandes et irrégulières, la marge épaisse pouvait être assimilée à la moitié d'un pétiole normal. Les organes foliaires du deuxième nœud présentaient ainsi à la fois des caractères de pétiole normal et des caractères de limbe foliaire.

» Quant au rameau cotylédonaire B, il portait immédiatement à son premier nœud deux stipules identiques de tout point à celles du deuxième nœud du rameau X. Toutes les autres feuilles des deux rameaux, quoique ayant des folioles plus grandes, étaient comparables aux feuilles normales du rameau cotylédonaire du témoin B. Elles s'en distinguaient néanmoins par ce fait que les folioles, au lieu d'être opposées et imparipennées, étaient, le plus souvent, alternes et en nombre pair.

» Sur un autre échantillon du même lot, l'une des stipules de la première feuille pétiolée était sortie avec le rameau sur toute la longueur de l'entrenœud inférieur. Ce rameau présentait alors de ce côté la même disposition qu'une tige ailée de *Lathyrus Cicera*.

» *Plantes du quatrième lot.* — La gemmule coupée n'a pas été régénérée. Les deux rameaux cotylédonaires présentaient une grande analogie avec le rameau cotylédonaire du témoin B. Leur première feuille était, comme chez ce dernier, pétiolée, unifoliolée et bistipulée. Mais ils s'en distinguaient :

» (*a*) Par leur taille beaucoup plus grande;

» (*b*) Par le développement plus accentué du système vasculaire, les vaisseaux étant plus larges et plus nombreux;

» (*c*) Par la disposition des feuilles souvent paripennées avec folioles alternes. En tout cas, les premières feuilles de ces rameaux n'ont jamais présenté dans leur forme et leur structure les variations que j'ai constatées chez les plantes du troisième lot.

» *Conclusions.* — 1° La gemmule sectionnée n'est jamais régénérée. La tige principale qui en serait née est remplacée par deux vigoureux rameaux cotylédonaires.

» 2° Les feuilles qui apparaissent sur la plante après des sectionnements de l'embryon ont : soit des formes plus simples que les premières feuilles des témoins, soit des formes intermédiaires dues à la soudure des différentes parties de l'organe foliaire (pétiole, limbe, stipules).

» 3° Les rameaux cotylédonaires nés après les sectionnements de la gemmule se distinguent des rameaux cotylédonaires, très peu fréquents d'ailleurs, des témoins, par une régression très nette, d'ordre morphologique et d'ordre anatomique.

» 4° Il est donc possible, en agissant sur l'embryon du *Cicer arietinum*, de provoquer, au moins dans les premiers nœuds, des variations de forme et de structure de l'appareil végétatif. »

BOTANIQUE. — *Sur le nouveau genre* Protascus. Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Guignard.

« En étudiant les nombreux parasites qui s'attaquent aux Anguillules, nous avons rencontré une espèce qui a passé inaperçue jusqu'ici, sans doute à cause de sa ressemblance avec le *Myzocytium vermicolum*.

» Le thalle adulte a la forme d'une bouteille placée dans l'axe de l'hôte; le col très allongé se recourbe pour venir perforer la paroi de l'Anguillule; assez rarement, le thalle est composé de plusieurs articles semblables.

» Au début de sa croissance, le parasite est constitué par un cordon de protoplasme ne renfermant qu'un seul noyau; le nombre des éléments nucléaires augmente rapidement par téléomitose et le sporange contient finalement 8, souvent 16, parfois 32 noyaux.

» L'intérêt qu'offre cette espèce réside dans le mode de sporulation : le sporange, au lieu de donner naissance à des zoospores, comme on serait en droit de s'y attendre, fournit, en même nombre que les noyaux, de très longues spores immobiles; elles ont la forme de petites massues et leur orientation dans le sporange est constante; l'extrémité renflée est toujours placée du côté du col.

» La sortie de ces pores a lieu par projection brusque : elles sont lancées avec force dans le milieu extérieur par paquets à intervalles de quelques secondes, ou même en une seule fois; si bien qu'il faut se résoudre, pour observer le phénomène, à ne pas quitter un seul instant de vue les sporanges.

» Ces spores arrivées au contact d'autres Anguillules se fixent à la paroi par leur extrémité amincie : une vacuole se montre à l'autre extrémité renflée; on peut alors assister au passage lent de la substance du parasite à l'intérieur du corps de l'hôte; elle y forme ce cordon uninucléé qui est le début du thalle ainsi que nous l'avons vu. La même Anguillule renferme souvent une vingtaine de ces parasites.

» Par sa forme et sa structure, ce champignon est voisin des *Lagenidium* et des *Myzocytium* : mais l'existence de spores immobiles et le mode particulier de projection indiquent des affinités précises du côté des Ascomycètes inférieurs; l'opinion de Brefeld sur la parenté de l'asque et du sporange se trouve à nouveau confirmée, et c'est pourquoi nous proposons de désigner ce genre sous le nom de *Protascus* : l'espèce sera le *Protascus subuliformis* à cause de l'aspect des spores.

» Il existe, en outre des *Protascus*, un certain nombre de genres qui établissent la transition entre les Phycomycètes et les Ascomycètes : ce sont principalement les *Protomyces* et les *Taphridium*; l'asque dans ces genres dérive directement du sporange asexuel.

» Mais il ne faut pas oublier que la grande majorité des Ascomycètes, au lieu de former simplement des asques comme les précédents, aux dépens du sporange asexuel, ont hérité du sporange provenant de la germination de l'œuf. On n'en saurait guère douter lorsqu'on compare avec soin la reproduction sexuelle du *Polyphagus* (¹) et surtout celle du *Dipodascus* (²) avec la formation de l'asque telle que nous l'avons décrite autrefois. »

BOTANIQUE. — *La formation des anthérozoïdes chez les Hépatiques.* Note de M. S. **Ikeno**, présentée par M. Guignard.

« Grâce aux recherches de différents auteurs, il est bien connu aujourd'hui qu'un corps ressemblant au centrosome intervient dans le processus de la formation des cils des anthérozoïdes des Cryptogames vasculaires et Gymnospermes zoïdiogames. Ce corps, connu sous le nom du *blépharoplaste,* nom introduit pour la première fois par M. Webber, au lieu d'être un centrosome, comme M. Belajeff et moi-même nous le pensons, représenterait, d'après MM. Webber et Strasburger, un organe *sui generis*.

» Voici ce que j'ai observé récemment lors de la formation des anthérozoïdes du *Marchantia polymorpha*.

» Durant la croissance de l'anthéridie de cette Hépatique, on trouve que ses cellules internes se divisent plusieurs fois jusqu'à la formation d'un nombre défini de petites cellules quadrangulaires ou à peu près quadrangulaires. Lors de chacun des processus karyokinétiques chez cette division nucléaire, un corpuscule rond prend naissance tout d'abord au sein du noyau, vient ensuite au dehors de ce dernier, et se divise en deux. Ces deux corpuscules s'éloignent bientôt l'un de l'autre et viennent se placer aux deux pôles diamétralement opposés du noyau et presque en contact avec celui-ci. Un faisceau de fibres fines part de chacun de ces deux corpuscules et se presse sur le noyau, de telle sorte que ce dernier s'aplatit de plus en plus, jusqu'à ce que la membrane nucléaire disparaisse entièrement et que le fuseau nucléaire soit complètement formé. Au stade de la plaque équatoriale, on voit que chacun de ces corpuscules occupe le point de convergence des fibres du fuseau; mais, au stade du dispirème, ils ne sont plus reconnaissables. Ce sont certainement des centrosomes et, en résumé, ils deviennent visibles au commencement de chaque karyokinèse, cessent d'être reconnaissables vers la fin de ce processus et apparaissent de nouveau au début de la divi-

(¹) P.-A. Dangeard. *Recherches sur la structure du* Polyphagus Euglenae (*Le Botaniste,* 7ᵉ série, p. 213).

(²) Juel, *Ueber Zellinhalt, Befruchtung und Sporenbildung bei* Dipodascus *Flora,* Bd. XCI, 1902).

sion nucléaire suivante, ce qui concorde bien avec ce que M. Farmer a observé lors de la karyokinèse de plusieurs Hépatiques, comme le *Pellia epiphylla*, le *Fegatella conica*, etc.

» Quand un nombre défini des petites cellules quadrangulaires est formé, chacune d'elles ne tarde pas à se diviser diagonalement en deux cellules-filles, qui représentent les cellules-mères des anthérozoïdes, sans qu'une cloison cellulosique se forme entre elles. Lors de la karyokinèse qui conduit à la formation de ces cellules, on constate que les centrosomes se comportent presque de la même façon qu'auparavant. Mais ici, au stade du dispirème, ils ne disparaissent jamais, de telle sorte que, même après la formation complète des deux cellules-filles, un centrosome se trouve dans chacune d'elles auprès du noyau. Il se dirige bientôt vers le bord de la cellule, puis il s'allonge un peu, prend une forme arrondie ou linéaire, se place au contact immédiat de la membrane plasmique de la cellule et apparaît comme un épaississement de cette membrane. Les deux cils partent alors de chaque centrosome et les anthérozoïdes ne tardent pas à se former comme à l'ordinaire par la transformation graduelle du noyau et du cytoplasme.

» En somme, ici les centrosomes qui sont intervenus pendant la division nucléaire conduisant à la formation des cellules-mères des anthérozoïdes restent dans celles-ci et y concourent à la formation des cils.

» Aussi n'est-il plus douteux que chez le *Marchantia polymorpha*, les soi-disant blépharoplastes dérivent des centrosomes, et, par analogie, nous sommes amenés à cette conclusion générale, que les blépharoplastes des Cryptogames vasculaires et Gymnospermes zoïdiogames sont parfaitement bien des centrosomes (¹). »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de plusieurs mouvements orogéniques successifs dans l'Oural du Nord.* Note de MM. **L. Duparc**, **L. Mrazec** et **F. Pearce**, présentée par M. Michel Lévy.

« Au cours de nos recherches sur le Dévonien inférieur de la Kosva, comme aussi sur le Carbonifère qui vient à l'ouest de celui-ci, nous avons trouvé quelques phénomènes qui prouvent dans l'Oural l'existence de mouvements échelonnés à différentes époques.

» En premier lieu, nous avons trouvé, dans le Dévonien inférieur, certains conglomérats qui renfermaient des galets d'un porphyre identique à celui qui, à Troïtsk, affleure au milieu des formations du D^1. Cet affleurement, dont le grand axe mesure

(¹) Les détails de ces recherches, accompagnés des figures, paraîtront sous peu dans un autre Recueil.

6^{km} environ, est accompagné sur son pourtour d'une zone de métamorphisme intense, avec développement d'une bordure périphérique de cornéennes micacées, accompagnées de minerai de fer. On a jusqu'ici considéré ces cornéennes comme un produit de métamorphisme direct des schistes argileux noirs du Dévonien inférieur par le granit-porphyre; l'observation montre qu'il n'en n'est rien puisque, à l'époque du dépôt du Dévonien, le Porphyre de Troïtsk était déjà émergé et en partie démantelé. Les cornéennes micacées sont donc antérieures au D^1 et leur métamorphisme date de la période d'intrusion du Porphyre dans des assises d'âge indéterminé, par suite d'un mouvement antérieur à celui qui plissa les formation du Dévonien inférieur. Il est à remarquer que le conglomérat à cailloux de porphyre ne se rencontre dans le Dévonien inférieur que seulement aux abords immédiats de Troïtsk, mais ce conglomérat trouve son équivalent dans une formation identique dans laquelle les quartzites compactes remplacent les galets du porphyre, ce qui prouve également qu'à l'époque de la formation du D^1 non seulement le Porphyre de Troïtsk mais encore des massifs importants de quartzites avaient été émergés par ce mouvement.

» En second lieu, en étudiant l'allure du Dévonien inférieur de la Kosva par des lignes de puits commençant à partir de la zone de quartzites du Carbonifère inférieur, nous avons observé ce qui suit : vers l'ouest les quartzites carbonifères qui forment la montagne du Bieli-Spoï paraissent onduler faiblement, et dans le voisinage de leur contact avec le D dans le lit de la rivière Niourok on les voit plonger à l'ouest sous un angle de 45° à 60° environ. Tout près du contact avec la bordure carbonifère, les schistes argileux verdâtres du D plongent nettement vers l'est de 60° environ, et sur plus de 3^{km} une ligne de puits orientée perpendiculairement à la direction des couches n'a rencontré que des grès et des schistes du D toujours très redressés.

» En continuant la ligne vers l'Est, dans la couche de terrains superficiels traversée par les puits avant d'arriver sur la roche en place, on voit apparaître en abondance des blocs anguleux de quartzites identiques à celles du Carbonifère inférieur. En allant toujours plus vers l'Est, l'épaisseur de ce terrain superficiel à débris de quartzites augmente, au-dessous les formations du D^1 restent constamment redressées et plongent vers l'Est. A $5^{km}\frac{1}{2}$ à l'est de la bordure carbonifère, les débris de quartzites sont remplacés par des bancs *in situ* des mêmes roches qui n'ont pu être traversés par les puits. Sur plusieurs pointements de ces quartzites visibles dans la forêt, les bancs paraissent horizontaux ou plongent très faiblement vers l'Est. A 500^m plus à l'Est les quartzites disparaissent comme bancs mais existent toujours en blocs dans le terrain superficiel; toutefois la roche en place trouvée par les puits est de nouveau formée par les schistes argileux du D^1 presque verticaux. Sur la rive droite de la Kosva, sur le prolongement oriental de la ligne de puits indiquée, on retrouve les mêmes quartzites dont on ne peut voir nettement le plongement; tandis que sur la rive gauche réapparaissent les schistes argileux du D très redressés. Les observations qui précèdent ne peuvent s'expliquer qu'en admettant la présence de lambeaux de quartzites carbonifères, qui se trouveraient ainsi discordantes sur les schistes et les grès fortement plissés du D^1. L'aspect de ces quartzites ne laisse aucun doute sur leur âge; elles ne se distinguent pas en effet des quartzites carbonifères, mais sont par contre totalement différentes des mêmes roches du D^1 de la région.

» Il résulte donc, de ce qui vient d'être dit, qu'un mouvement a dû se produire ici antérieurement au dépôt du Carbonifère inférieur. Nous ajouterons que les observations que nous avons faites sur les plis carbonifères et dévoniens des environs de Kizel corroborent cette manière de voir, car sur les couches dévoniennes de l'anticlinal du Severney-Log nous avons trouvé les mêmes quartzites en petits lambeaux, qui paraissent manifestement discordants. Cette discordance expliquerait d'ailleurs l'allure particulière des quartzites dans la région de Bieli-Spoï où celles-ci paraissent former, autant qu'on en peut juger, une couverture faiblement ondulée, dont l'allure contraste avec celle du Dévonien inférieur fortement plissé qui vient à l'Est. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur les oxydases des Seiches.* Note de M. C. GESSARD, présentée par M. Duclaux.

» Les Seiches, et en général les Céphalopodes, font leur encre par le même mécanisme biochimique que certains Champignons, dont le *Russula nigricans* Bull. est le type, font leur noir. Du moins a-t-on trouvé (¹), chez les unes comme chez les autres, une diastase, la tyrosinase, qui réagit de la même manière sur la tyrosine *in vitro* et en fait un produit noir, si l'on n'a pas encore identifié de façon certaine le chromogène chez les animaux. Mais il suffisait de l'existence de cette diastase commune pour que, m'inspirant de l'assertion de M. G. Bertrand (²), que la tyrosinase n'existe pas dans les Champignons sans y être accompagnée de la laccase, j'entreprisse de rechercher s'il en était de même chez les Seiches.

» J'ai fait servir à cette recherche de la laccase la poche du noir et son macéré en eau chloroformée, qui m'avaient déjà fourni la tyrosinase. J'ai eu recours au procédé que M. G. Bertrand emploie pour caractériser les oxydases et que je dois à son obligeance de pouvoir décrire ici pour la première fois.

» Ce procédé consiste essentiellement à mélanger dans le vide le réactif approprié et la liqueur où l'on soupçonne une oxydase. Dans le cas de la laccase, le réactif est l'émulsion blanche obtenue par addition à l'eau de quelques gouttes de solution al-

(¹) PRZIBRAM, *Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie*, t. I, 1901, p. 241; C. GESSARD, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1902, p. 1304.

(²) *Agenda du Chimiste*, 1897, p. 551.

coolique de résine de gayac préparée au moment du besoin. Le mélange, fait et maintenu dans ces conditions, doit être et demeurer indéfiniment incolore. Son bleuissement quand on rend l'air, sa persistance à l'état incolore quand, toutes choses égales d'ailleurs, on a fait préalablement bouillir la liqueur diastasique, montrent les parts respectives et les rapports de dépendance réciproque que l'air et la diastase ont dans le phénomène d'oxydation de l'acide gayaconique. Tout dispositif qui assure la séparation des deux liquides tant qu'il reste de l'air, et qui permet ensuite leur mélange, atteint le but visé. L'appareil de M. G. Bertrand consiste en un tube à essai assez fort, sur le côté duquel est soudé, au voisinage de l'orifice et sous un certain angle, un tube de diamètre plus petit, tel qu'un tube à gaz ordinaire. On introduit séparément le réactif dans le premier tube, la liqueur à essayer dans le second. L'orifice commun, étiré, est relié à la pompe à mercure. Le vide fait, l'orifice scellé, le mélange est assuré par le retournement de l'appareil.

» Le mélange, dans ces conditions, du macéré de glandes du noir et de l'émulsion de gayac, n'offre qu'une faible coloration vert pâle, même après vingt-quatre heures. L'air étant alors rendu, le bleu apparaît et se fonce avec une certaine lenteur. Le gayacol, le pyrogallol, l'hydroquinone, également oxydables par la laccase, donnent lieu aussi à des réactions positives, qui ne se produisent plus si le macéré a été bouilli. Il y a donc de la laccase dans la glande du noir.

» Si, dans les mêmes conditions d'essai, on fait usage d'émulsion de teinture de gayac ancienne, ou qu'on ajoute une trace d'eau oxygénée à l'émulsion récente, le mélange dans le vide est suivi d'un bleuissement immédiat. Cet effet est dû à une troisième diastase, qui n'agit sur le gayac qu'autant que ce réactif a subi déjà un commencement d'oxydation. Elle est détruite par la chaleur plus tard que la laccase : le mélange des deux diastases, porté quelques secondes à 100°, oxyde encore en partie le gayac, mais seulement en présence d'eau oxygénée.

» Ajoutons, ce qui était à prévoir d'après ce que j'ai vu pour l'antityrosinase (1), que l'antilaccase que j'ai obtenue avec la laccase de l'arbre à laque (2) est sans action sur la laccase des Seiches.

» Ainsi, l'étude de la glande du noir de la Seiche vient étendre aux animaux la conclusion tirée d'abord de l'étude des végétaux, que la tyrosinase s'accompagne ordinairement de la laccase. Elle y ajoute cette notion que, conjointement à l'association des deux oxydases proprement dites et tributaires de l'air seul, peut se rencontrer encore une diastase oxydante d'un autre genre, et qui n'agit qu'à la faveur d'un composé peroxydé. C'est, par suite, la réunion des trois types de diastases oxydantes actuellement connus. »

---

(1) *Loc. cit.*

(2) *Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, 1903, p. 227.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence d'une érepsine dans les Champignons Basidiomycètes.* Note de MM. C. **Delezenne** et H. **Mouton**, présentée par M. Roux.

« Dans une précédente Note ([1]) nous avons montré que les sucs ou les extraits de Champignons Basidiomycètes, qui ne possèdent par eux-mêmes aucun pouvoir protéolytique vis-à-vis de l'albumine ou de la fibrine cuite, contiennent, chez certaines espèces, une diastase analogue à l'entérokinase et capable comme cette dernière de conférer à des sucs pancréatiques totalement inactifs la propriété de digérer l'ovalbumine coagulée. Nous avons observé depuis qu'il est possible d'extraire d'un certain nombre de ces Champignons un autre ferment soluble qu'il y a lieu de rapprocher de la diastase isolée récemment par O. Cohnheim ([2]), de la muqueuse intestinale ([3]) des Mammifères et à laquelle il a donné le nom d'*érepsine*.

» On sait que cette diastase qui est tout à fait incapable d'attaquer l'albumine ou la fibrine, transforme cependant avec une très grande activité la peptone et les albumoses en produits de désintégration plus simples, en produits cristallisables. Après avoir montré que, dans les solutions de peptone soumises à l'action de ce ferment, la réaction du biuret disparaît complètement à un moment donné, Cohnheim a étudié les produits nouveaux formés par la désintégration de cette substance; il a observé que ces produits, ou tout au moins ceux qu'il est possible de caractériser actuellement, sont les mêmes et apparaissent sensiblement

---

([1]) C. Delezenne et H. Mouton, *Sur la présence d'une kinase dans quelques Champignons Basidiomycètes* (*Comptes rendus*, 19 janvier 1903, p. 167).

([2]) O. Cohnheim, *Die Umwandlung des Eiweiss durch die Darmwand* (*Zeitsch. f. physiol. Chemie*, t. XXXIII, 1901, p. 451). Voir également même journal, t. XXXV, 1902, p. 134, et t. XXXVI, 1902, p. 13.

([3]) Hamburger et Hekma, Salaskin, Kutscher et Seemann ont observé depuis que l'érepsine existe également dans le suc intestinal pur, mais elle s'y trouverait en quantité beaucoup moindre que dans la muqueuse. Cohnheim, s'appuyant sur ce fait, soutient que l'action de l'érepsine qu'il considère avant tout comme un ferment endocellulaire s'effectue dans l'épaisseur de la muqueuse intestinale au moment de la résorption des peptones.

dans les mêmes proportions que ceux qui se forment dans l'hydrolyse des matières albuminoïdes par les acides : outre de l'ammoniaque, il se forme, dans ces conditions, des acides mono et diamidés, des bases hexoniques, de la cystine, etc.

» Nous nous sommes servis exclusivement, pour notre étude, de champignons dont les fructifications avaient été rapidement desséchées à 40 au moment de la cueillette et qui étaient conservées dans des flacons secs et bien bouchés. Ces champignons, réduits en poudre, étaient mis à macérer pendant quelques heures dans l'eau salée physiologique, en présence du chloroforme et du toluol. Le liquide filtré était ajouté, avec les mêmes antiseptiques, à des solutions de peptone ou d'albumoses et le mélange porté à l'étuve à 40°.

» Le plus souvent, nous avons opéré avec des produits obtenus par digestion prolongée de l'albumine d'œuf avec le suc gastrique de chien. Ces produits ne contenaient presque exclusivement que de la peptone vraie (peptone de Kühne). Dans d'autres expériences, nous nous sommes adressés à une peptone commerciale, la peptone de Witte, qui, au contraire, est particulièrement riche en albumoses.

» Les résultats de nos expériences ont été toujours des plus nets. Les extraits de champignons que nous avons employés, ajoutés à nos solutions de peptone, en font disparaître d'une façon complète et dans un temps relativement court, la réaction du biuret [1].

» C'est ainsi que le liquide obtenu en faisant macérer pendant 3 heures 1^{g} de poudre d'*Amanita muscaria* dans 20^{cm^3} d'eau ajouté après filtration à $0^{g},50$ environ de peptone gastrique, fait disparaître totalement en 4 à 5 jours la réaction du biuret dans le mélange.

» Le même résultat a été obtenu avec l'*Amanita citrina*, le *Psalliota campestris* (champignon de couche), l'*Hypholoma fasciculare*, etc.

» Il n'est pas toujours facile cependant de s'assurer de la disparition complète de la peptone en utilisant simplement la réaction du biuret. Certaines macérations prennent en effet très rapidement une coloration brune intense capable de masquer la teinte rose du biuret. Aussi ne nous sommes-nous pas bornés à caractériser la disparition de la peptone par

---

(1) La réaction du biuret ne doit être recherchée évidemment qu'après précipitation des matières albuminoïdes coagulables par la chaleur, apportées par la macération de champignon.

cette réaction colorée. Nous nous sommes assurés en dosant la quantité d'azote qui se trouve à différents états dans le mélange de macération de champignons et de peptone qu'on a bien affaire à une désintégration de cette substance.

» Cette étude analytique, en même temps qu'elle nous a fourni la confirmation des résultats obtenus par la recherche du biuret, nous a permis de caractériser et d'évaluer quantitativement un certain nombre de produits formés. Nous indiquerons ultérieurement en les discutant les résultats numériques obtenus dans ces expériences.

» Il va sans dire que nous nous sommes assurés que l'action des macérations de champignons sur la peptone est bien de nature fermentative. Ces macérations perdent en effet d'une façon complète leurs propriétés lorsqu'elles sont portées pendant quelque temps à la température d'ébullition. Nous avons eu soin d'autre part de vérifier à nouveau que nos liquides qui agissaient toujours de la façon la plus évidente sur la peptone gastrique d'ovalbumine étaient cependant incapables, quelles que fussent les conditions et la durée de l'expérience, d'attaquer par eux-mêmes l'albumine d'œuf coagulée [1].

» Nous ajouterons, pour terminer, que quelques-uns des champignons étudiés, le champignon de couche par exemple, dont les macérations préparées dans les mêmes conditions s'étaient montrées extraordinairement pauvres en kinase, contiennent cependant une érepsine des plus actives. Ce fait ne permet guère de douter de l'individualité de ces deux diastases, individualité déjà affirmée d'ailleurs pour l'érepsine et la kinase du suc intestinal humain par Hamburger et Hekma [2]. »

---

(1) Cohnheim a observé que l'érepsine intestinale, bien qu'elle soit incapable d'attaquer l'albumine et la fibrine, détruit assez facilement la caséine du lait de vache en produisant de la leucine et de la tyrosine. Il est intéressant de rappeler à ce propos que MM. Bourquelot et Hérissey (*Bull. de la Soc. Myc. de France*, t. XV, 1899) ont déjà signalé antérieurement qu'un assez grand nombre de champignons basidiomycètes sont capables de digérer la caséine en donnant des acides amidés.

(2) *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, septembre 1902.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les poussières éoliennes du* 22 *février* 1903. Note de M. F.-A. **Forel**.

« Des lettres de Paris et du Havre m'apprennent que, dans ces villes, on a aussi constaté le passage du nuage étrange qui, dans la nuit du 21 au 22 et dans la journée du 22 février, a étonné les campagnes de la Suisse, du Tyrol, de l'Angleterre méridionale et du Pays de Galles. Il sera peut-être utile de résumer ce qui a été observé chez nous; peut-être ces notes réveilleront-elles les souvenirs de quelques témoins du phénomène dans le nord et l'ouest de la France.

» Le phénomène s'est manifesté par trois apparitions concordantes :

» A. Un vent très anormalement chaud, un temps lourd et étouffant. Dans la matinée du 22 février, un réchauffement extraordinaire de l'air est signalé par les Cartes météorologiques, spécialement sur le centre de l'Allemagne. A Lausanne, nous avons eu, le 22 février, la première journée de printemps, où la température moyenne des 24 heures ait dépassé 10°, tandis que cette première journée tiède n'arrive normalement que le 26 mars; donc, température exceptionnellement chaude.

» B. Un nuage, un brouillard sec, une brume de couleur jaunâtre, rougeâtre, « prenant à la gorge », disent quelques observateurs, d'odeur soufrée suivant d'autres témoignages, qui, du reste, sont contestés par des personnes très compétentes. Toutes les descriptions rappellent celles du *Khamsin* et du *Simoun*, les tourbillons de nuages de sable des déserts de l'Afrique du Nord.

» C. Enfin une chute de poussière atmosphérique, adhérant aux aiguilles de sapins et aux herbes de la prairie, salissant la surface de la neige sur la terre, colorant de jaune les chaussures des passants. J'en ai reçu des échantillons de Sainte-Croix (Vaud), de Couvet, de Locle, de Travers (Neuchâtel), de Bienne (Berne). C'est une poussière impalpable, les grains mesurant entre $0^{\mu},5$ à 2^{μ}, minérale, de composition très complexe, avec quelques débris de Diatomées; sa couleur est saumon, brique pilée, ou *terra cotta*, autrement dit jaune rougeâtre. Elle est parfaitement analogue à ces sables éoliens qui viennent souvent en Sicile, analogue au sable de la grande chute de mars 1901, qui a couvert toute l'Europe centrale jusqu'en Danemark et dont l'origine saharienne a été démontrée avec certitude (*Cf.* G. Hellmann et W. Meinardus, *Der grosse Staubefall vom* 9-12 *März* 1901), analogue, d'après les descriptions, aux poussières éoliennes tombées dans les Cornouailles en janvier 1902; analogue, d'après les échantillons, à une chute de poussières éoliennes dans les Alpes du Valais le 2 août 1902.

» L'aire d'extension du phénomène est très grande. D'après les Notes jusqu'à présent reçues, nous en avons des nouvelles de Hallein dans le pays

de Salzbourg, d'Ischl (Salzkammergut), du château d'Oex dans les Alpes vaudoises, de Clarens au bord du Léman, de Zurich, de plusieurs stations d'Argovie, de tout le Jura, depuis Sainte-Croix jusqu'à Malleray près Tavannes, depuis le Locle jusqu'aux lacs sub-jurassiens. C'est dans le Jura que l'apparition a été le mieux observée. J'ai cité des observations venant de Paris et du Havre, où les gardiens du sémaphore ont constaté que les étamines étaient recouvertes d'une couche de fine poussière jaunâtre. D'Angleterre enfin, les journaux nous décrivent le phénomène dans tout le sud-ouest de l'île et jusque dans le Pays de Galles.

» Comme je l'ai dit, pour les sables éoliens de la Sicile et du sud de l'Italie, pour ceux de l'Allemagne dans la chute des 10-12 mars 1901, la démonstration est parfaite de leur origine saharienne. L'étude détaillée du phénomène du 22 février permettra peut-être, si l'on obtient des observations suffisantes de France, d'en rechercher les origines dans la péninsule Ibérique, dans le Maroc ou dans le Sahara occidental. C'est ce que rend probable l'étude de la carte météorologique du 21 février; elle montre un anti-cyclone dans les régions de l'Auvergne, au centre de la Suisse, avec des vents du Sud dans les régions à l'ouest et au nord de ce centre de pression atmosphérique.

» *Post-scriptum.* — Des nouvelles que je reçois d'Allemagne me permettent d'élargir encore notablement l'aire d'extension des poussières éoliennes des 21-22 février. J'en vais citer, outre celles que j'ai indiquées ci-dessus, à la Haye (Hollande), à Dortemund (Westphalie), à Neunkirchen près Trèves (Prusse rhénane), à Bückeburg (principauté de Lippe-Schauenburg), à Trockau (Franconie), en Saxe, en Silésie, dans la Haute-Autriche, dans le Salzkammergut, dans le Verarlberg, c'est-à-dire que non seulement l'Europe occidentale, mais encore une bonne partie de l'Europe centrale, ont été couvertes par cette pluie de sables éoliens. »

M. I. Lagarde adresse, par l'entremise de M. Lœvy, une Note « Sur l'emploi d'un gyroscope en repos pour démontrer la rotation de la Terre ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Delaurier adresse des « Recherches sur la force motrice de l'Eolipyle ».

M. A. Leuschner adresse diverses Notes relatives à la résistance des colonnes.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 février 1903.
(Suite.)

Observations météorologiques suédoises publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède, exécutées et rédigées sous la direction de l'Institut central météorologique; vol. 39 (1897), 40 (1898), 41 (1899). Stockholm, 1902; 3 vol. in-4°.

Kongliga svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar (Mémoires), Bd. 35. Stockholm, 1901-1902; 1 vol. in-4°.

Bihang till kongl. svenska Vetenskaps-Akademiens handlingar (Collection de *Mémoires* in-8°), vol. 27, 1901-1902 : Sections 1, 2, 3, 4. Stockholm, 1902; 2 vol. et 2 fasc. in-8°.

Sveriges offentliga Bibliotek, Stockholm, Upsala, Lund, Göteborg, Accessions-katalog, 15, 1900, utgifven af kongl. Biblioteket genom Emil Haverman. Stockholm, 1901-1902; 1 vol. in-8°.

The Quarterly Journal of the Geological Society, vol. LIX, part I, n° 233, february 10th, 1903. Londres, Longmans, Green et Cie; 1 fasc. in-8°.

Geological Survey of Canada. Contributions to canandian Palæontology, vol. III, part 2. *On vertebrata of the mid-cretaceous the nort west territory,* by Henry Fairfield Osborn and Lawrence. M. Lambe. Ottawa, 1902; 1 vol. in-4°.

Stahl und Eisen, Zeitschrift für das deutsche Eisenhüttenwesen, redigiert von E. Schrödter u. W. Beumer; Jahrgang 22, nrn 13-24, Juli-December 1902; Jahrg. 23, nrn 1-3, Januar-Februar 1903. Düsseldorf, A. Bagel; 14 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 février 1903.

Mémoires sur les déformations permanentes, par H. Bouasse. (Extr. des *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse,* 2e série t. IV.) 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart. Hommage de l'auteur.)

Un voyage scientifique à travers l'Afrique occidentale; Soudan français, Sénégal,

Casamance, par M. AUGUSTE CHEVALIER. Marseille, Institut colonial; Paris, A. Challamel, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guignard. Hommage de l'auteur.)

Contribution à l'étude de la population et de la dépopulation, par VICTOR TURQUAN. Ouvrage orné de 42 graphiques, diagrammes et cartogrammes. Lyon, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye, pour le concours Estrade-Delcros.)

Observation de l'éclipse de Soleil du 28 mai 1900 : Rapport de M. MESLIN. Montpellier, imp. Delord-Boehm et Martial, 1902; 1 fasc. in-8°.

Conchyliologie du Miocène moyen du bassin de la Loire, par G.-F. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG; Ire Partie : *Pélécypodes*; Pl. I-V. (*Mémoires de la Soc. géologique de France : Paléontologie*, t. X, fasc. 2-3; Mémoire n° 27.) Paris, 1902; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société zoologique de France, année 1902, t. XXVII, n° 1-10. Paris; 7 fasc. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 2e série. t. II. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1902; 1 vol. in-8°.

Plissements et dislocations de l'écorce terrestre en Grèce, leurs rapports avec les phénomènes glaciaires et les effondrements dans l'océan Atlantique, par PH. NEGRIS. Athènes, P.-D. Sakellarios; Paris, Ch. Béranger; 1 vol. in-8°. (Transmis par M. le Ministre des Affaires étrangères.)

« *Plantae Laurentianae* », *ou énumération des plantes récoltées au Congo en* 1893 *et* 1895-1896 *par Émile Laurent,* par E. DE WILDEMAN; publication de l'État indépendant du Congo. Bruxelles, imp. Vve Monnom, 1903; 1 fasc. in-8°.

M. ARTHUR SCHUSTER adresse les cinq Opuscules suivants :

On electric inertia and the inertia of electric convection. Londres, 1901; 1 fasc. in-8°.

On magnetic precession. Londres, 1901; 1 fasc. in-8°.

The influence of radiation on the transmission of heat. Londres, 1903; 1 fasc. in-8°.

The solar atmospher. Londres, 1902; 1 fasc. in-8°.

On some definite integrals and new method of reducing a function of spherical coordinates to series of spherical harmonics. Londres, 1902; 1 fasc. in-4°.

M. EUG. FERRON fait hommage des deux Opuscules suivants :

Contribution à la théorie générale du mouvement des corps solides naturels. Luxembourg, 1901; 1 fasc. in-8°.

Contribution à la théorie mathématique de la chaleur. Luxembourg, 1902; 1 fasc. in-8°.

Die säkularen Bewegungen des Erdmagnetismus und ihre Ursachen, v. HEINRICH WEHNER. (Article du Journal *Frankfurter Nachrichten,* n° 46 du 15 février 1903, p. 6.)

British Association for the advencement of Science. Subsection of Astronomy and cosmical Physics : Introductory adress by ARTHUR SCHUSTER. Manchester, s. d.; 1 fasc. in-12.

Ninth report of the Section for the observation of the Sun. (*Mem. of the British astronomical Association;* vol. XI, part. 2.) Londres, 1903; 1 fasc. in-8°.

The astrophysical Journal, an international review of Spectroscopy and astronomical Physics, edited by GEORGE-E. HALE and EDWIN-B. FROST; vol. XVII, n° 1, january 1903. Chicago; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the American mathematical Society, edited by ELIAKIM HASTINGS MOORE, ERNEST WILLIAM BROWN, THOMAS SCOTT FISKE; vol. IV, n° 1, january 1903. Lancaster, Pa., et New-York, 1903; 1 fasc. in-4°.

Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjobenhavn for aaret 1902. Copenhague : 1 vol. in-8°.

Resumen de las observaciones meteorologicas efectuadas en la peninsula y algunas de sus islas adyacentes durante las años 1897 *y* 1898, *ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid.* Madrid, imp. A. Santarén, 1902; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MARS 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la solidification du fluor et sur la combinaison à —252°,5 du fluor solide et de l'hydrogène liquide.* Note de MM. **H. Moissan** et **J. Dewar.**

« Dans des recherches précédentes [1] nous avons démontré que le fluor se liquéfiait à — 187° et que, à cette basse température, il n'agissait plus sur le silicium cristallisé, sur le carbone amorphe, sur le bore et sur le mercure; qu'en un mot, ses affinités chimiques étaient diminuées, mais que, cependant, il se combinait encore avec incandescence au gaz hydrogène ou à l'essence de térébenthine solide.

» Nous avons poursuivi ces recherches après que l'un de nous a pu obtenir l'hydrogène sous forme d'un liquide stable bouillant à — 252°,5, soit à 20°,5 absolus [2]. Depuis nos premières expériences nous savons aussi que le fluor complètement exempt d'acide fluorhydrique n'attaque pas le verre à la température ordinaire [3] : de telle sorte qu'il est possible aujourd'hui d'enfermer un volume plus ou moins grand de fluor dans un vase de verre à mince paroi et de le soumettre à la puissante action frigorifique fournie par l'ébullition de l'hydrogène liquide.

(1) H. Moissan et J. Dewar, *Comptes rendus,* t. CXXIV, 1897, p. 1202, et t. CXXV, p. 505.

(2) J. Dewar, *Liquid hydrogene (Proceedings of the Royal Institution,* Vol. XVI, Part I, 1889, p. 1).

(3) H. Moissan, *Action de l'acide fluorhydrique et du fluor sur le verre (Comptes rendus,* t. CXXIX, 1899, p. 799).

» Nous avons placé un tube de verre scellé rempli de fluor dans de l'oxygène liquide en ébullition tranquille à la pression atmosphérique, et nous n'avons pas eu trace de condensation. Nous avons disposé ensuite le même appareil dans un vase à double paroi contenant de l'hydrogène liquide, de façon qu'il puisse être descendu graduellement dans la vapeur d'hydrogène. Dans ces conditions, nous obtenons un refroidissement progressif. On observe bientôt la condensation d'un liquide jaune qui reprend l'état gazeux dès que l'appareil est élevé de plusieurs centimètres au-dessus de la surface de l'hydrogène liquide. Après avoir refroidi à nouveau le tube contenant le fluor, et en le plongeant ensuite dans l'hydrogène liquide, on voit se reproduire le liquide jaune, et en quelques instants ce dernier prend l'état solide. En sortant le tube de l'hydrogène liquide, on obtient la fusion du corps solide, puis la vaporisation du liquide jaune qui s'est formé.

» En plongeant complètement le tube dans l'hydrogène liquéfié, et en le laissant un temps suffisant pour que la masse atteigne la température de 20°,5 absolus, nous avons reconnu que, par ce grand refroidissement, le fluor solide qui était primitivement jaune est devenu blanc. Nous nous trouvons ici en présence d'un phénomène identique à celui qui est fourni par le chlore, le brome ou le soufre. A une très basse température, un certain nombre de corps perdent leur couleur et deviennent blancs.

» En plaçant un tube rempli de fluor dans l'azote liquide, il y a une certaine quantité de fluor qui est liquéfiée sans formation de corps solide. En diminuant la pression, à la surface de l'azote liquide, c'est-à-dire en abaissant son point d'ébullition, nous n'avons pas obtenu la solidification du fluor. En poursuivant ces expériences, nous avons pu établir qu'à —210° le fluor était encore liquide.

» Nous avons comparé alors les points de fusion de l'oxygène et du fluor de la façon suivante : l'extrémité du tube scellé plein de fluor a été disposée dans un petit cylindre de verre rempli d'oxygène liquide et tout le système a été descendu lentement dans un vase à double paroi contenant de l'hydrogène liquide. Par refroidissement nous avons obtenu la solidification de l'oxygène dans l'espace annulaire et du fluor dans le tube scellé. Nous avons élevé ensuite avec lenteur ce petit appareil au-dessus du niveau de l'hydrogène liquide. Dans ces conditions, il se réchauffait peu à peu et nous avons vu avec netteté que l'oxygène solide changeait lentement d'état et atteignait son point de fusion tandis que le fluor était encore solide. Dès que le point de fusion de l'oxygène était dépassé, le fluor solide commençait à fondre. Le point de fusion du fluor est donc inférieur au point de fusion de l'oxygène qui est égal à 38° absolus.

» En répétant plusieurs fois cette expérience nous sommes arrivés à établir que la température de fusion du fluor solide était très voisine de 40° absolus, par conséquent —223° du thermomètre centigrade.

» Le rapport de la température de fusion à celle de l'ébullition est un peu plus faible que les rapports fournis par le chlore et le brome.

» Mais il est un autre point sur lequel nous tenons à appeler l'attention de l'Académie : c'est celui qui touche à l'affinité des corps les uns pour les autres à très basse température.

» Les physiciens estiment qu'au zéro absolu la matière est inerte et que l'affinité n'existe plus. Il était intéressant de rechercher si du fluor solide maintenu à 20°,5 du zéro absolu, soit à —252°,5 du thermomètre centigrade, réagirait à cette basse température sur l'hydrogène liquide. On sait que, de tous les corps simples, le fluor est celui qui possède les affinités les plus puissantes, et il était curieux de voir si, à cette basse température où l'hydrogène ne peut plus exister qu'à l'état liquide, le fluor continuerait à s'y combiner, sans l'intervention d'aucune énergie étrangère, comme il le fait à la température ordinaire.

» Pour réaliser cette expérience, nous avons pris un tube de verre mince contenant environ 40^{cm^3} de fluor gazeux complètement exempt de traces d'acide fluorhydrique. Le fluor a été complètement solidifié dans l'une des pointes du tube, et ce tube a été ensuite immergé dans une centaine de centimètres cubes d'hydrogène liquide. Lorsque sa température a été en équilibre avec cet hydrogène, sans le sortir de l'appareil, on a cassé avec une pince d'acier la pointe qui contenait le fluor de façon à établir le contact entre le fluor solide et l'hydrogène liquide. Une violente explosion s'est produite aussitôt avec mise en liberté d'une quantité de chaleur telle que la matière a été portée à l'incandescence et que l'hydrogène a pris feu. L'explosion a été assez forte pour réduire en poussière le tube de verre et le vase à double paroi qui contenait l'hydrogène liquide.

» Cette curieuse expérience nous démontre que, pour des réactions aussi énergiques que celles du fluor sur l'hydrogène, l'affinité se maintient à des températures très basses et que, à 20° du zéro absolu, certaines combinaisons peuvent encore se produire.

» La solidification du fluor vient s'ajouter aux expériences déjà poursuivies dans cette voie, et il ne reste plus aujourd'hui que l'hélium comme exemple d'un gaz qui n'ait pas encore été amené à l'état solide. »

PATHOLOGIE. — *Le cœur à l'état pathologique*. Note de MM. **Ch. Bouchard** et **Balthazard**.

« Dans cette Note nous exposerons les résultats de nos recherches sur les dimensions du cœur dans divers états pathologiques, autres que la tuberculose.

» Nous avons montré (¹) que l'aire cardiaque obtenue en projection orthogonale sur un plan frontal, S, ne suffit pas à caractériser les dimensions de l'organe. Il est nécessaire de rapporter cette surface à une quantité qui caractérise l'individu examiné; la grandeur du rapport $\frac{S}{A_N}$, de S à l'albumine fixe normale des tissus, fournit les renseignements les plus comparables entre eux.

» On trouvera plus loin le Tableau des valeurs obtenues chez 74 malades.

» Dans les cardiopathies, on ne saurait envisager de moyennes, chaque cas doit être examiné isolément. $\frac{S}{A_N}$ a des valeurs plus élevées que la normale, qui est 9,45, dans toutes les affections organiques du cœur ou de l'aorte : lésions orificielles de la mitrale ou des sigmoïdes aortiques, myocardite chronique, ectasie aortique.

» L'artério-sclérose nous donne $22^{cm},2$ pour la pression artérielle moyenne et l'hypertrophie cardiaque est légère. $\frac{S}{A_N} = 9,88$ au lieu de 9,45.

» Dans les néphrites que nous avons étudiées la valeur de $\frac{S}{A_N}$ est souvent très élevée, aussi bien dans les formes interstitielles que parenchymateuses.

» La syphilis à la période secondaire a donné chez la femme un cœur normal, $\frac{S}{A_N} = 9,54$, une pression artérielle abaissée, $P_{AM} = 14^{cm}$.

» La syphilis à la période tertiaire, chez l'homme, comporte également un cœur normal, $\frac{S}{A_N} = 9,38$, mais la pression artérielle est nettement accrue, $P_{AM} = 22^{cm},6$.

» Les affections des organes génitaux chez la femme n'influencent ni la grandeur du cœur, ni la pression artérielle d'une façon sensible.

» Le rhumatisme articulaire aigu, en dehors des complications cardiaques, le rhumatisme blennorragique fournissent également des valeurs normales pour $\frac{S}{A_N}$ et P_{AM}.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 931, séance du 1er décembre 1902, et t. CXXXVI, p. 268, séance du 2 février 1903.

» Nous avons encore rassemblé quelques malades, convalescents de maladies aiguës; les moyennes ont été un peu plus fortes qu'à l'état normal, $\frac{S}{A_N} = 9,72$, $P_{AM} = 17,6$.

» Enfin nous avons rassemblé quelques examens dans des affections diverses, en nombre trop restreint pour permettre des conclusions.

» En résumé, dans certains états pathologiques, le cœur peut avoir des dimensions normales; dans tous les autres, que nous avons étudiés, tuberculose exceptée, soit du fait de l'hypertrophie, soit du fait de la dilatation, ces dimensions sont supérieures à la normale, jamais inférieures.

Cardiopathies : 13.

Sexe.	S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.	
H.	137	8,10	0,269	1,83	11,0	16	Insuff. mitrale bien tolérée.
F.	86	5,68	0,218	1,76	11,50	21,5	Id.
F.	115,5	7,17	0,316	2,52	12,38	14	Insuff. mitrale. Subasystolie.
H.	127	11,43	0,256	3,64	18,60	14	Id. Asystolie.
F.	131	8,68	0,356	2,92	21,30	14	Maladie mitrale. Asystolie.
H.	129	8,16	0,300	2,13	14,07	18	Insuffisance aortique.
H.	144	8,88	0,260	2,44	13,76	23,5	Ectasie aortique.
H.	169	9,85	0,267	2,92	18,20	24	Id. et insuff. mitrale.
H.	96,5	6,12	0,227	1,66	9,86	22	Myocardite chronique scléreuse.
F.	106	6,72	0,241	2,33	12,65	19	Myocardite chronique. Dyspsie.
H.	108,5	7,48	0,257	2,08	14,70	14	Id. gibbeux.
H.	191	11,12	0,328	3,83	19,50	14	Id. Asystolie.
H.	102	6,16	0,206	1,72	10,98	22	Éréthisme cardiaque.
							2e bruit aortique vibrant.
	92	5,54	0,186	1,55	9,90	18	Retour à la normale.

Artério-sclérose : 6.

Sexe.	S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.
F.	97	6,0	0,242	1,92	10,15	19
H.	101	6,20	0,193	1,77	10,02	25
H.	104	6,47	0,199	1,91	11,02	25
H.	107	6,26	0,188	1,37	9,32	20
H.	109,5	6,60	0,265	1,63	10,08	23
H.	118	6,60	0,171	1,56	8,72	21
	636,5	38,13	1,258	9,96	59,31	133
	$106^{cm^2},1$	6,35	0,209	1,66	9,88	22,2

Taille moyenne........ $1^m,73$.

Néphrites : 5.

Sexe.	S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.	
F.	72,5	5,18	0,218	1,91	11,70	16	Néphrite interstitielle.
F.	83,5	5,18	0,205	1,66	9,68	19	Id.
H.	123	7,42	0,210	1,76	12,28	20,5	Id.
H.	183	10,64	0,410	3,16	17,18	18	Id.
H.	133	8,03	0,266	2,72	13,14	14,5	Néphrite parenchym. tubercul.

Femmes syphilitiques secondaires : 5.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.
72,4	4,79	0,226	1,21	8,55	13
67,5	4,14	0,212	1,30	9,25	13,5
78	5,0	0,202	1,45	10,90	15
87	5,40	0,199	1,58	10,22	14
54,5	3,17	0,182	1,79	8,78	15
359,4	22,50	1,021	7,33	47,70	70,5
71^{cm^2},9	4,50	0,204	1,46	9,54	14,1

Taille moyenne........ 1^m,60.

Hommes syphilitiques tertiaires : 7.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.	
99	6,18	0,192	1,62	10,15	21	Gommes.
111	6,71	0,250	1,77	12,62	30	Hémiplégie.
98	6,12	0,203	1,44	9,60	18	Tabès.
92	5,44	0,219	1,23	8,22	21	Hémiplégie.
91	5,76	0,221	1,65	9,96	25	Tabès.
107	6,01	0,165	1,41	7,85	20,5	Épilepsie jacksonienne.
71	4,32	0,138	1,15	7,24	23	Tabès.
669	40,54	1,388	10,27	65,64	158,5	
95^{cm^2},6	5,79	0,198	1,47	9,38	22,6	

Taille moyenne........ 1^m,65.

Métrite-salpingite : 8.

S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.	
51	3,65	0,161	1,34	8,20	16	Métrite-scoliose.
70	4,43	0,248	1,43	9,49	14	Métrite.
75	5,06	0,236	1,60	10,80	13	Id.
79,5	4,73	0,196	1,68	8,72	16	Id.
56	3,60	0,169	1,24	7,95	14,5	Salpingite.
69	4,48	0,190	1,44	9,10	16	Id.
72,5	4,87	0,200	1,34	11,24	20	Id.
87	5,65	0,243	1,72	10,50	13	Id.
560	36,47	1,643	11,79	76,00	122,5	
70^{cm^2}	4,56	0,205	1,47	9,50	15,8	

Taille moyenne........ $1^m,52$.

Rhumatisme articulaire aigu sans complications cardiaques : 5.

Sexe.	S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.
F.	75	4,72	0,205	1,60	11,04	15,5
H.	75	4,13	0,140	1,47	9,07	17
H.	85	5,18	0,176	1,54	8,98	16
H.	87	5,42	0,215	1,45	7,68	17
F.	95	6,05	0,264	1,80	9,98	16
	417	25,50	0,999	7,86	46,75	81,5
	$83^{cm^2},4$	5,10	0,200	1,57	9,35	16,3

Taille moyenne........ $1^m,64$.

Rhumatisme blennorragique : 4.

Sexe.	S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.	
F.	70,5	4,41	0,188	1,47	7,80	15	Arthrite du genou.
F.	83,5	5,25	0,240	1,35	10,02	15	Id.
H.	93	5,41	0,195	1,50	8,46	17	Arthrite du poignet.
H.	116,5	7,07	0,240	2,02	11,75	15	Spondylose rhyzomélique.
	363,6	22,14	0,863	6,34	38,03	62	
	$90^{cm^2},9$	5,53	0,215	1,57	9,50	15,5	

Taille moyenne....... $1^m,64$.

Convalescence de maladies aiguës : 9.

Sexe.	S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.	
F.	66	4,48	0,252	1,52	9,72	18	Bronchite aiguë.
F.	69	4,31	0,183	1,21	8,30	14	Angine phlegmoneuse.
F.	85,5	5,37	0,236	1,49	9,20	18,5	Id.
F.	71	4,36	0,188	1,61	7,83	20,5	Pneumonie.
F.	72	4,80	0,215	1,53	8,96	18	Embarras gastrique fébrile.
F.	74,5	4,34	0,198	1,51	8,65	18	Angiocholite.
F.	80	5,40	0,272	1,50	9,82	19,5	Érythème noueux.
H.	92	6,01	0,189	2,35	13,23	15	Grippe.
F.	96	6,27	0,214	1,68	11,80	17	Bronchite aiguë.
	707,5	45,34	1,947	14,40	87,51	158,5	
	78^{cm^2},6	5,04	0,216	1,60	9,72	17,6	

Taille moyenne........ 1^m,56.

Affections diverses : 12.

Sexe.	S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A_N}$.	P_{AM}.	
F.	68,5	4,45	0,202	1,43	9,63	17	Dilatation de l'estomac.
H.	90	5,70	0,211	1,80	10,45	18	Cancer de l'estomac.
H.	88	5,37	0,206	1,73	9,88	21	Ulcère.
H.	78,5	4,43	0,167	1,67	7,05	11	Gastro-sucorrhée.
F.	81	5,06	0,181	1,01	7,89	19	Phlébite variqueuse.
H.	84	5,12	0,173	1,22	7,88	16	Sciatique.
H.	87	5,23	0,155	1,20	7,12	16	Id.
H.	75	5,20	0,228	1,53	9,98	13	Paralysie scapulo-humérale.
F.	93,8	5,55	0,218	1,80	9,52	15,5	Entéroptose.
H.	97	6,18	0,230	1,48	10,78	16	Emphysème pulmonaire.
H.	103	6,10	0,258	1,81	11,20	13,5	Pleurésie rhumatismale.
H.	118	6,92	0,204	1,31	10,28	21	Tumeur du médiastin.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Sur la Piroplasmose bovine bacilliforme.*
Note de M. A. LAVERAN.

« M. Theiler, vétérinaire à Prétoria, a appelé, l'an dernier, mon attention sur des formes atypiques de *Piroplasma bigeminum* observées par lui chez des Bovidés de Rhodesia et il m'a envoyé, à plusieurs reprises, des

préparations du sang des animaux malades, ce qui m'a permis d'étudier cette variété intéressante de la Piroplasmose bovine.

» Dans une lettre datée de Prétoria le 3 août 1902, M. Theiler m'écrit, au sujet de ces *Piroplasma* atypiques :

» Il y a des formes minces qui ressemblent à des bactéries; on les trouve surtout dans le sang des Bovidés atteints par la nouvelle maladie de Rhodesia qui fait périr le bétail en masse. La maladie produite par ces parasites est très virulente et ressemble à la *Redwater* (Fièvre du Texas ou Piroplasmose bovine) mais l'hémoglobinurie fait souvent défaut et les lésions pulmonaires sont communes.

» Dans une autre lettre, datée de Prétoria le 28 décembre 1902, M. Theiler écrit, au sujet des mêmes parasites :

» Chose curieuse, ces formes anormales n'ont pas été observées, dans l'Afrique du Sud, avant la guerre. La maladie qu'elles produisent est plus virulente que le Redwater qu'on observe d'ordinaire dans notre pays. De plus, la coloration de l'urine (hémoglobinurie) fait ordinairement défaut et pourtant c'est un signe presque constant dans la Redwater ordinaire. La maladie a été importée dernièrement avec du bétail venant de la côte orientale d'Afrique; elle existe depuis quelques mois dans Elandsvivervalley où le bétail indigène, ayant l'immunité contre la Redwater ordinaire, est attaqué et tué par cette forme de la Fièvre du Texas.

» M. le Dr Loir a bien voulu me remettre dernièrement plusieurs préparations de sang recueillies par lui en Rhodesia sur des Bovidés atteints par l'épizootie qui sévit dans cette région, et j'ai retrouvé, dans ces préparations, les mêmes formes atypiques de *Piroplasma bigeminum* que dans les préparations de M. Theiler.

» La forme type de *P. bigeminum*, classique depuis le travail de Smith et Kilborne, est caractérisée par des éléments piriformes, de $2^{\mu},5$ à $3^{\mu},5$ de long, presque toujours associés par deux dans une hématie et par des éléments sphériques de 1^{μ} à $1^{\mu},5$ de diamètre, également endoglobulaires, isolés ou associés par deux; quand on colore le sang par le procédé que je préconise pour l'étude des hématozoaires, on constate facilement que chacun de ces éléments contient un karyosome et que la multiplication se fait par bipartition des éléments sphériques [1].

» Dans les préparations que je dois à MM. Theiler et Loir, les parasites se présentent sous les aspects suivants :

» 1° Éléments allongés, bacilliformes, droits ou recourbés, au nombre de 1 à 4 dans une hématie (*fig.* 1 à 6), de $1^{\mu},5$ à 3^{μ} de long; l'une des extrémités est un peu renflée, l'aspect est, par suite, celui d'un bacille avec une spore à l'une des extrémités. Sur les préparations colorées il est facile de s'assurer que la partie renflée contient une gra-

(1) A. Laveran et Nicolle, *Soc. de Biologie*, 29 juillet 1899.

nulation de chromatine. On observe quelquefois une granulation de chromatine à chaque extrémité du pseudo-bacille, ce qui dénote une forme en voie de division (*fig.* 7).

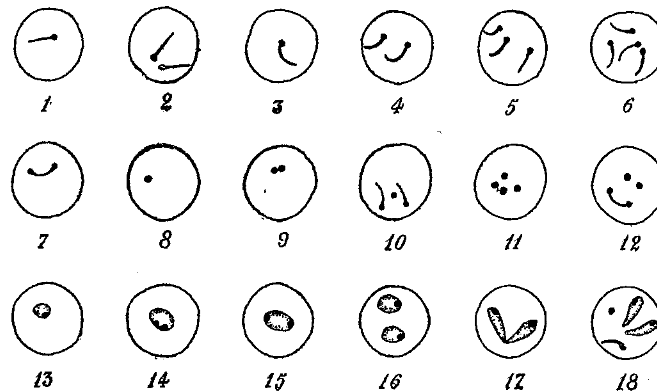


Fig. 1 à 12, formes atypiques de *Piroplasma bigeminum* dans des hématies. — Fig. 13 à 17, formes typiques. — Fig. 18, une hématie qui contient à la fois des formes typiques et des formes atypiques. Grossissement : 1800 diamètres environ.

» 2° Petits éléments sphériques simples (*fig.* 8) ou géminés (*fig.* 9), ressemblant à des micrococques ou à des diplocoques, souvent au nombre de 2 ou 4 dans une hématie (*fig.* 11). Des éléments bacilliformes, dont le karyosome seul s'est bien coloré, peuvent simuler ces formes en micrococques mais cette interprétation n'est pas toujours admissible.

» Dans une même hématie on rencontre souvent des pseudo-micrococques et des pseudo-bacilles (*fig.* 10 et 12).

» Les éléments bacilliformes sont d'ordinaire beaucoup plus nombreux que les éléments en micrococques; dans certaines préparations, la moitié au moins des hématies étaient parasitées, par l'une ou l'autre de ces formes.

» 3° Formes typiques de *P. bigeminum* (*fig.* 13 à 17); les figures 14 à 16 représentent le parasite pendant la division.

» Tantôt ces formes sont assez communes dans les préparations, ce qui rend le diagnostic facile, tantôt elles sont très rares; un examen prolongé, fait dans de bonnes conditions, c'est-à-dire sur une préparation bien colorée, est alors nécessaire pour les découvrir.

» Dans tous les cas j'ai réussi à trouver quelques formes typiques de *P. bigeminum* au milieu des formes atypiques. Il arrive que, dans une même hématie, on trouve des éléments parasitaires typiques et atypiques (*fig.* 18).

» Il est rare de trouver plus de quatre éléments parasitaires (typiques ou non) dans une hématie.

» Les parasites sont presque toujours endoglobulaires; la présence de parasites libres est exceptionnelle.

» Les formes atypiques de *Piroplasma bigeminum* ont été signalées déjà

par quelques observateurs et il est à noter que, dans tous les cas, il s'agissait d'épizooties africaines.

» Koch, pendant son séjour à Daressalam (côte est de l'Afrique), a observé, dans les cas graves, rapidement mortels de Piroplasmose bovine, des parasites pouvant être confondus avec des bacilles; une figure des *Reiseberichte* représente bien ces petites formes [1]. Gray, W. Robertson [2] et Deixonne [3] ont rencontré souvent les formes atypiques de *P. bigeminum* chez les Bovidés atteints par la grave épizootie de la Rhodesia. Les recherches de M. Deixonne ont été faites à Buluwayo.

» Tous ces observateurs s'accordent à constater que les parasites bacilliformes se rencontrent dans les cas particulièrement aigus et graves de Piroplasmose.

» Au sujet de l'urine, M. Deixonne écrit :

» Toujours l'urine émise était albumineuse, moussant facilement, souvent de couleur rouge foncé, quelquefois ressemblant à du porter.

» A l'autopsie, la vessie contenait le plus souvent de l'urine hémorragique et il y avait des infarctus dans les reins.

» Un certain nombre d'animaux présentaient des symptômes anormaux : dyspnée douloureuse, écoulement par les naseaux de mucus sanguinolent.

» Je rappellerai enfin que, d'après M. Theiler, la maladie, inconnue autrefois en Rhodesia, aurait été importée par des animaux venant de la côte est.

» A côté des observations faites en Afrique, il est intéressant de placer celles qui ont été faites dans d'autres parties du monde, et de constater que les formes atypiques de *P. bigeminum* sont à peine mentionnées par les auteurs qui ont le mieux étudié ce parasite en Amérique [4] ou en Europe.

» Smith et Kilborne qui, les premiers, ont décrit les hématozoaires de

---

(1) R. Koch, *Reiseberichte über Rinderpest*, etc. Berlin, 1898, p. 74.

(2) Ch. Gray et W. Robertson, *Report upon Texasfever in Rhodesia*, Cape Town, 1902, et W. Robertson, même sujet, *Agricultural Journal*, 1902.

(3) Deixonne, *Rapport fait au retour d'une mission dans le Sud africain*, Port-Louis, 1903.

(4) Fajardo a décrit, à Rio de Janeiro, une Piroplasmose bovine caractérisée par de petits parasites en microcoques (*A Piroplasmose bovine no Rio de Janeiro*, São Paulo, 1901); mais il n'est pas démontré qu'il s'agit, dans ce cas, des mêmes formes parasitaires qu'en Rhodesia.

la fièvre du Texas, disent bien que, en dehors des parasites piriformes, on trouve de très petits parasites visibles seulement après coloration; d'après ces auteurs, ces formes sont particulières aux fièvres légères d'automne ([1]), assertion qui suffirait à montrer que ces petits éléments n'ont rien à voir avec les parasites bacilliformes qui ne s'observent, en Afrique, que dans les cas les plus graves de Piroplasmose.

» J. Lignières ne paraît pas avoir observé, dans la République Argentine, les parasites bacilliformes de la Piroplasmose bovine qu'il a très bien décrite sous le nom de *Tristeza* ([2]), Il cite, sans commentaires, le passage de Koch relatif aux petites formes en bâtonnets.

» MM. Nocard et Leclainche ne mentionnent également, au sujet des formes bacillaires, que les observations de Koch à Daressalam ([3]).

» Il serait facile de multiplier les exemples montrant que les observateurs qui ont étudié la Piroplasmose bovine ailleurs qu'en Afrique n'ont pas rencontré les éléments bacilliformes ou que, du moins, ces éléments ne se sont jamais présentés en assez grand nombre dans les préparations, à côté des formes typiques, pour attirer leur attention.

» Ainsi les *Piroplasma* bacilliformes n'ont été observés que dans certaines régions de l'Afrique et les épizooties dans lesquelles l'existence de ces parasites a été signalée diffèrent des épizooties ordinaires de Piroplasmose bovine : les formes sont très graves, le plus souvent mortelles; l'hémoglobinurie fait défaut dans un certain nombre de cas (Theiler); les complications pulmonaires sont communes; enfin, des animaux ayant l'immunité pour la Piroplasmose ordinaire, sont atteints par la maladie.

» On est conduit naturellement à se demander si les parasites bacilliformes ne constituent pas une espèce de *Piroplasma* distincte de *P. bigeminum;* dans les préparations de sang les plus riches en parasites bacilliformes, on réussit toujours à trouver des *P. bigeminum* typiques, ce qui paraît devoir faire exclure cette hypothèse.

» La grande virulence des *Piroplasma* bacilliformes explique les anomalies dans l'évolution de la maladie, elle explique aussi que des animaux

---

([1]) Smith et Kilborne, *Investigations into the nature of Texas fever* (*Depart. of Agriculture : Bulletin* n° 1, Washington, 1893).

([2]) J. Lignières, *La Tristeza ou Malaria bovine dans la République Argentine,* Buenos-Aires, 1900.

([3]) Nocard et Leclainche, *Les maladies microbiennes des animaux,* 3e édit., t. II, p. 538.

ayant résisté à des épizooties légères de Piroplasmose soient atteints par ces formes graves.

» Les parasites bacilliformes décrits ci-dessus paraissent devoir être considérés comme une variété de *P. bigeminum;* on peut comparer ces petites formes de *Piroplasma* aux petites formes de *Hæmamœba malariæ* que certains observateurs ont décrites comme une espèce particulière aux pays tropicaux et qui ne constituent qu'une variété susceptible de se transformer.

» La connaissance des *Piroplasma* bacilliformes présente, au point de vue pratique, un grand intérêt; un observateur qui ne serait pas prévenu pourrait très bien méconnaître la véritable nature de la maladie; d'autre part, l'existence de ces *Piroplasma* atypiques fournit une donnée précieuse pour le pronostic. »

PHYSIQUE. — *Effets de la température sur les phénomènes électrocapillaires.* Note de M. **Gouy**.

« Dans mes expériences antérieures, la température de 18° avait toujours été réalisée pour la pointe de l'électromètre capillaire. Je viens de faire quelques mesures à des températures différentes, de 12° à 52°. La colonne mercurielle de l'électromètre était à la température ambiante, et ramenée par une petite correction à la température de 18°.

» D'une manière générale, les variations de température ne changent pas notablement les courbes électrocapillaires, mais leur impriment pourtant des modifications appréciables. Je me suis surtout attaché à la mesure du maximum.

» Le Tableau qui suit donne le maximum H_1 mesuré à 12°, le maximum H_2 mesuré à 52°, la différence $H_2 - H_1$, et l'accroissement δH calculé d'après cela pour une élévation de température de 1°. Le maximum à 18° avec l'eau pure est pris égal à 1000mm [1].

	H_1.	H_2.	$H_2 - H_1$.	δH.
Eau pure	1002,1	986,7	−15,4	−0,39
Sulfate de sodium $\left(\frac{M}{200}\right)$	1002,3	986,6	−15,7	−0,39

[1] M désigne une molécule-gramme par litre de la solution aqueuse.

	H_1.	H_2.	$H_2 - H_1$.	δH.
Sulfate de sodium $\left(\frac{M}{2}\right)$	1003,8	987,9	—15,9	—0,40
Acide sulfurique $\left(\frac{M}{2}\right)$	1000,8	985,4	—15,4	—0,39
Carbonate de potassium (4,3 M)...........	1025,7	1010,8	—14,9	—0,37
Phosphate diammonique $\left(\frac{M}{3}\right)$	1002,7	987,2	—15,5	—0,39
Phosphate dipotassique (5,8 M)...........	1039,0	1024,9	—14,1	—0,35
Azotate de potassium (1 M)................	991,1	979,3	—11,8	—0,30
Azotite de sodium (1 M)..................	995,6	983,3	—12,3	—0,31
Acétate de sodium (1 M)..................	998,2	983,4	—14,8	—0,37
Acide chlorhydrique (1 M)................	992,7	979,7	—13,0	—0,33
Bromure de potassium (1 M)...............	979,0	967,3	—11,7	—0,29
Iodure de potassium $\left(\frac{M}{100}\right)$	992,2	979,7	—12,5	—0,31
Id. (1 M)................	939,8	932,7	— 7,1	—0,18
Sulfocyanate de sodium (10 M)............	913,2	905,8	— 7,4	—0,19
Platinocyanure de potassium $\left(\frac{M}{200}\right)$	987,0	979,1	— 7,9	—0,20
Saccharose $\left(\frac{M}{10}\right)$ avec Na^2SO^4 $\left(\frac{M}{200}\right)$	972,1	964,5	— 7,6	—0,19
Résorcine $\left(\frac{M}{10}\right)$ id.	934,1	937,2	+ 3,1	+0,08
Caféine $\left(\frac{M}{100}\right)$ id.	923,8	928,0	+ 4,2	+0,11
Amygdaline $\left(\frac{M}{100}\right)$ id.	931,9	933,1	+ 1,2	+0,03

» On voit que, pour l'eau et les corps peu actifs, le maximum diminue quand la température s'élève, et d'une quantité sensiblement la même. Les sels qui relèvent beaucoup le maximum donnent une diminution un peu moindre, mais la différence est peu sensible.

» Les corps actifs donnent des diminutions bien moindres, qui même, pour les composés organiques très actifs, se changent en augmentations. Ainsi *la dépression du maximum, comparé à celui de l'eau pure à la même température, décroît quand la température s'élève,* et d'autant plus en général que le corps est plus actif.

» Les hauteurs inscrites plus haut sont à très peu près proportionnelles à la tension superficielle de la surface mercurielle, car la dilatation de la pointe capillaire est négligeable. Pour en tenir compte, il faudrait ajouter 0,3 aux valeurs de H_2. »

M. **H. Poincaré** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : « Figures d'équilibre d'une masse fluide ».

Cet Ouvrage contient les Leçons qu'il a professées à la Sorbonne en 1900 et qui ont été recueillies et rédigées par M. *L. Dreyfus*, ancien élève de l'École Normale supérieure. Elles avaient pour objet l'étude de la théorie de Clairaut sur la figure de la Terre, de l'anneau de Saturne et des figures d'équilibre ellipsoïdales, pyriformes et annulaires, que peut affecter une masse fluide en rotation sous l'influence de la gravitation newtonienne.

M. **de Lapparent**, en présentant à l'Académie la cinquième édition de son « Abrégé de Géologie », signale le changement profond dont témoigne cette nouvelle forme du livre, en ce qui concerne le mode d'exposition des périodes géologiques.

A l'ancienne méthode, basée sur l'énumération et la comparaison d'un certain nombre de coupes, l'auteur s'est efforcé de substituer un essai de récit continu, où les divers événements dont se compose l'histoire de l'écorce terrestre, c'est-à-dire les changements du régime des continents et des mers, sont présentés de manière à faire partout ressortir, suivant l'ordre le plus logique, les liens qui les unissent dans l'espace et dans le temps.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *C. Turc*, lieutenant de vaisseau, intitulée : « Essai sur un type nouveau de navires sans tangage et sans roulis ». (Présentée par M. Guyou.)

2° Les deux premières livraisons du « Bulletin de l'Institut Pasteur ». (Présentées par M. Duclaux.) Ce Recueil, qui paraît deux fois par mois, est destiné à donner des analyses de tout ce qui intéresse le public qui s'occupe de Bactériologie.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'état actuel de la Soufrière de la Guadeloupe.* Note de M. A. **Lacroix**, présentée par M. Michel Lévy.

« Des bruits inquiétants sur la Soufrière s'étant répandus récemment à la Guadeloupe, je viens, sur les instructions de M. le Ministre des Colonies, de procéder à une exploration de cette montagne, complétant ainsi les observations que j'ai faites en juillet dernier avec MM. Rollet de l'Isle et Giraud.

» Il existe à la Guadeloupe deux centres d'activité volcanique, très voisins l'un de l'autre; l'un, très anciennement connu, consiste dans le sommet et les pentes voisines du sommet de la Soufrière; l'autre, reconnu pour la première fois en 1890 par M. Le Boucher, se trouve sur le flanc nord de la montagne de l'Échelle.

» *Soufrière.* — Des fumerolles sont en activité depuis un temps immémorial; mais, en outre, à diverses reprises (1645, 1696, 1797, 1798, 1836-1837), de petites éruptions de cendres ont été constatées. Ces cendres sont restées localisées au voisinage du cratère ou ont été poussées par le vent vers l'ouest et de l'ouest-nord-ouest, direction également suivie actuellement par celles de la montagne Pelée. La nouvelle d'une chute de cendres aurait donc eu une certaine importance, si elle avait été justifiée.

» J'ai constaté que les fumerolles actives aujourd'hui sont toutes concentrées le long ou au voisinage de la grande fissure béante, interrompue, qui, du nord au sud, traverse le sommet de la soufrière. Elles sont localisées au nord (cratère et fumerolles du nord), à l'est (fumerolles Napoléon), et enfin sur le flanc sud-est de la montagne. La grande fente et celle du nord-ouest ne fournissent aucune vapeur et sont garnies de végétation; quant au cratère du sud, dont l'orifice est constitué par des roches entièrement décomposées et dépourvues de végétation, c'est à peine s'il donne quelques vapeurs diffuses.

» La température des fumerolles actives varie de 95° C. à 96° C.; elle n'a donc pas changé depuis que Ch. Sainte-Claire Deville les a étudiées en 1843. La vapeur mélangée d'hydrogène sulfuré sort en sifflant d'orifices étroits, garnis de cristaux ou d'enduits de soufre, mais il ne s'en élève pas d'épaisses colonnes de vapeur d'eau. L'activité est surtout grande au cratère du nord, fente large et profonde au fond de laquelle on aperçoit des flaques de soufre.

» Le 12 février, comme le 8 juillet dernier, j'ai trouvé l'une des fumerolles du nord (placée au fond d'une cuvette) inondée par l'eau de pluie; celle-ci bouillonnait avec violence en déposant du soufre pulvérulent blanc laiteux. Le 18 février, ce petit bassin d'eau chaude était asséché et la fumerolle redevenue aérienne; un sédiment curieux occupait le fond de la cuvette; il est formé par de très nombreuses couches minces alternativement constituées par du soufre pulvérulent et par de la boue, riche en débris volcaniques. Ces couches de nature différente correspondent respectivement aux périodes d'inondation et d'assèchement de la fumerolle.

» C'est sous le vent de la fumerolle du cratère du nord qu'on avait cru voir, à la surface de la végétation, une couche de cendre récente. Sur un espace allongé vers l'est et d'une cinquantaine de mètres environ de longueur, les feuilles de tous les végétaux sont recouvertes d'un enduit très fin d'un blanc grisâtre, très adhérent, qui n'a pas cependant détruit la végétation. J'ai recueilli quelques pieds d'ananas sauvages dont les feuilles ont été lavées au sulfure de carbone; j'en ai extrait une grande quantité de soufre, mélangé à quelques poussières minérales. La soi-disant cendre est donc simplement constituée par un dépôt de soufre, produit pendant une augmentation momentanée d'activité des fumerolles du voisinage, qui ont ainsi exercé leur action un peu plus loin qu'à l'ordinaire (1).

» Les fumerolles de la Soufrière déterminent la production de pyrite dans la labradorite de la grande fente. D'une façon générale, à leur voisinage, les roches se recouvrent d'un enduit concrétionné d'opale (fiorite). Quand l'altération est plus profonde, là où le soufre imprègne la roche, celle-ci se transforme en halloysite. Aux fumerolles Napoléon, il se produit un épais dépôt de soufre cristallisé qui enveloppe de nombreux débris des bouteilles que les visiteurs placent à l'orifice de sortie de la fumerolle pour les faire projeter en l'air par la vapeur. Ce verre est profondément corrodé; il se forme, à sa surface et à ses dépens, des enduits d'opale semblables à ceux qui recouvrent les roches volcaniques du voisinage.

» *L'Échelle.* — Les fumerolles de l'Échelle se trouvent sur un col, situé entre la Soufrière et la montagne de l'Échelle et permettant de passer de la vallée du Galion dans celle du Carbet. Elles s'ouvrent dans une savane

(1) J'ai recueilli à l'aisselle des feuilles de nombreuses plantes de la Soufrière de la cendre grise qui s'y est accumulée, mais celle-ci se rencontre dans les mêmes conditions dans toute la Guadeloupe, qui, le 31 août dernier, a été saupoudrée de cendres de la montagne Pelée.

dont la végétation est peu à peu détruite par les vapeurs sulfhydriques, les plantes desséchées ou en voie de pourriture restant cependant sur pied. Elles ont été observées pour la première fois en 1890; depuis lors, leur aire de dévastation s'augmente d'une façon manifeste; sur mes conseils, elle va être complètement délimitée, ce qui permettra de suivre les progrès de ces fumerolles (¹).

» Celles-ci ont donné en 1898 d'épaisses colonnes de vapeur d'eau, visibles de Basse-Terre et de Capesterre. Le 8 juillet 1902, le 12 et le 18 février courant, nous les avons trouvées en partie inondées et présentant le même aspect que la fumerolle submergée de la Soufrière; leur température est de 95° C.

» Les observateurs guadeloupéens avaient été frappés par la production d'un ruisselet de boue bleuâtre sorti de la plus inférieure de ces fumerolles et s'étendant jusqu'à une vingtaine de mètres en aval. Le bassin de cette fumerolle étant aujourd'hui asséché, j'ai pu constater que cette boue n'a pas une origine profonde, elle consiste en produits de décomposition et de désagrégation mécanique des roches volcaniques ponceuses du substratum; sa couleur est due à une grande quantité de pyrite finement divisée.

» Ce minéral se rencontre dans les roches altérées du voisinage, mais je ne l'ai pas observé dans les autres fumerolles inondées. La position topographique de la fumerolle étudiée donne l'explication probable de la production si abondante de ce sulfure de fer. Elle est en effet située sur les flancs d'une pente, dont elle reçoit les eaux d'égouttage, circulant au milieu de matières végétales en décomposition; ces eaux ont dû apporter des éléments réducteurs dans la fumerolle, fabriquant des sulfates solubles et en particulier des sulfates ferreux dont on trouve des traces autour des orifices, dès que la pluie cesse pendant quelques heures.

» Lorsqu'on soulève les débris végétaux qui couvrent le sol de toute cette région, sillonnée de fumerolles diffuses, on constate qu'ils sont cimentés par du soufre : de magnifiques cristaux de ce minéral recouvrent

---

(¹) Les sources du Galion demandent également à être suivies de près; en 1843, Ch. Sainte-Claire Deville a trouvé que leur température était de 30° à 38° C. Je viens de constater que, comme en juillet, celle-ci était, suivant les sources, de 57° à 67° C. Des observations faites à des intervalles irréguliers par M. Le Boucher ont fourni des températures très variables dont la signification ne peut être établie que par des observations faites à des intervalles réguliers, en tenant compte de toutes les circonstances accessoires du phénomène qui ont été négligées jusqu'à ce jour.

ou tapissent toutes les anfractuosités des troncs de fougères et autres plantes dont la matière organique est encore à peu près intacte.

» En résumé, les manifestations volcaniques de la Guadeloupe n'ont pas changé de nature; mes observations, de même que toutes celles qui ont été faites depuis la dernière éruption (1837), montrent que, comme par le passé, l'activité des fumerolles subit des variations d'intensité et aussi qu'elle se déplace; l'histoire des fumerolles de l'Échelle en est l'exemple le plus frappant. Il sera aussi intéressant, au point de vue scientifique, qu'utile au point de vue de la tranquillité des populations du voisinage de les suivre désormais de près. J'ai fourni à M. de la Loyère, Gouverneur de la Guadeloupe, un programme d'observations méthodiques et continues qui va être mis à exécution et qui fournira probablement d'intéressants résultats. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'existence des dérivées.* Note de M. H. **Lebesgue**, présentée par M. Émile Picard.

« On sait, depuis Riemann et Weierstrass, que les fonctions dérivables ne forment qu'une classe particulière dans l'ensemble des fonctions continues; mais, dès que l'on renonce à l'usage de la dérivée, les difficultés que l'on rencontre sont telles que les fonctions dérivables sont presque uniquement employées en Analyse.

» Il y a donc lieu de rechercher quand on peut affirmer qu'une fonction est dérivable, c'est-à-dire de rechercher des conditions suffisantes pour l'existence de la dérivée [1]. Je donne plus loin des énoncés relatifs à cette question; ces énoncés se rattachent aussi aux considérations suivantes.

» Au lieu de rechercher quelles sont les fonctions dérivables, on peut essayer d'étendre la notion de dérivée; c'est ce qu'ont fait du Bois-Reymond et Dini par l'introduction des nombres dérivés. Relativement à ces nombres on peut se proposer des questions analogues à celles que l'on résout pour la dérivée; en particulier, on peut rechercher $f(x)$ connaissant l'un de ses

---

(1) Le seul résultat qui, à ma connaissance, ait été obtenu dans cette voie, est dû à M. Dini; on peut l'énoncer ainsi : Si les valeurs de K, pour lesquelles la fonction continue $f(x) - Kx$ n'admet pas une infinité de maxima et de minima autour du point $x = x_0$, forment un ensemble partout dense, $f(x)$ admet une dérivée pour $x = x_0$.

nombres dérivés, $\Lambda_d[f(x)]$ par exemple. Si Λ_d est intégrable au sens de Riemann, l'intégration de Λ_d fournit $f(x)$. En adoptant la définition de l'intégrale que j'ai donnée dans ma thèse ([1]), on peut étendre ce résultat à des cas plus généraux. D'une façon précise : *Si $\Lambda_d[f(x)]$ (ou Λ_g, λ_d, λ_g) est fini pour chaque valeur de x, pour que Λ_d ait une intégrale, il faut et il suffit que $f(x)$ soit à variation bornée, et alors on a :*

$$(1) \qquad f(x) - f(a) = \int_a^x \Lambda_d[f(x)]\, dx.$$

» Si λ_d est aussi fini, de l'égalité analogue à (1) relative à λ_d, on déduit que les points où Λ_d et λ_d sont différents, c'est-à-dire ceux où $f(x)$ n'a pas de dérivée à droite, forment un ensemble de mesure nulle. En raisonnant ainsi, on voit que : *si l'un des quatre nombres dérivés d'une fonction continue à variation bornée $f(x)$ est toujours fini, l'ensemble des valeurs de x, pour lesquelles $f(x)$ n'a pas de dérivée, est de mesure nulle, et l'on a :*

$$(2) \qquad \int_a^b f'(x)\, dx = f(b) - f(a),$$

l'intégrale n'étant étendue qu'à l'ensemble des valeurs où la dérivée existe.

» Parmi les fonctions $f(x)$ qui remplissent les conditions énoncées se trouvent les fonctions à nombres dérivés bornés, ou fonctions satisfaisant à la condition de Lipschitz :

$$|f(x+h) - f(x)| < \mathrm{M}\,|h|.$$

» Pour ces fonctions lipschitziennes, les points en lesquels il n'existe pas de dérivée sont exceptionnels, en ce sens qu'ils forment un ensemble de mesure nulle; si l'on remarque qu'une fonction lipschitzienne est déterminée quand on connaît sa dérivée, sauf pour des valeurs de x formant un ensemble de mesure nulle, on voit que, sans introduire de restrictions nouvelles, on pourra, dans bien des cas, raisonner sur les fonctions lipschitziennes comme sur les fonctions dérivables. Ceci explique que, dans les théorèmes d'existence relatifs aux équations différentielles, il importe peu que les fonctions dont on s'occupe soient dérivables ou lipschitziennes.

» On peut aller plus loin : *Si une fonction continue $f(x)$ varie toujours*

---

[1] *Intégrale, Longueur, Aire* (*Annali di Matematica*, 1902).

dans le même sens ou plus généralement est à variation bornée, l'ensemble des valeurs de x, pour lesquelles $f'(x)$ n'existe pas, est de mesure nulle; seulement l'égalité (2) n'est plus nécessairement exacte.

» Les résultats précédents peuvent être obtenus en se plaçant à un autre point de vue. L'intégration au sens de Riemann ne peut pas conduire à des fonctions n'ayant jamais de dérivée, car *l'intégrale indéfinie d'une fonction $\varphi(x)$ admet $\varphi(x)$ pour dérivée, sauf pour des valeurs de x formant un ensemble de mesure nulle.* Cet énoncé est encore vrai avec la définition de l'intégrale que j'ai adoptée, et l'égalité (1) prouve que certaines fonctions sont des intégrales indéfinies. Si $\varphi(x)$ est bornée, l'intégrale de $\varphi(x)$ est la seule fonction lipschitzienne qui admette $\varphi(x)$ pour dérivée, sauf pour un ensemble de mesure nulle de valeurs de x; l'intégration (au sens de Riemann ou à celui que j'ai adopté) est ainsi, en quelque sorte, le problème inverse de la dérivation.

» Pour avoir une image géométrique des résultats énoncés précédemment, il suffit de les appliquer à la théorie des courbes rectifiables. Pour qu'on puisse choisir la représentation paramétrique d'une courbe C,

$$x = f(t), \qquad y = \varphi(t), \qquad z = \psi(t),$$

de manière que les fonctions f, φ, ψ soient lipschitziennes, il faut et il suffit que C soit rectifiable. Supposons C rectifiable et f, φ, ψ lipschitziennes, alors la longueur de l'arc t_1, t_2 est, si les axes sont rectangulaires,

$$\int_{t_1}^{t_2} \sqrt{f'^2 + \varphi'^2 + \psi'^2}\, dt,$$

où l'intégrale n'est étendue qu'aux valeurs de t pour lesquelles f', φ', ψ' existent à la fois. Sur toute courbe rectifiable il existe des points où la courbe admet des tangentes, et même, en un certain sens, les points en lesquels il n'existe pas de tangente sont exceptionnels. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les géodésiques des variétés à trois dimensions.* Note de M. A. **Boulanger**, présentée par M. Painlevé.

« Je ne sache pas qu'on ait signalé de variétés à trois dimensions (en dehors de la variété euclidienne), dont les géodésiques admettent une transformation infinitésimale (non conforme) en elles-mêmes.

» La condition nécessaire et suffisante pour que les géodésiques d'une variété admettent une telle transformation est qu'il existe une forme qua-

dratique ds_1^2 des différentielles des variables de la variété qui soit à la fois *correspondante* et *homologue* du ds^2 de cette variété (P. Painlevé, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 21, et *Journal de Mathématiques*, 1894).

» Il résulte de là d'abord que ds^2 et ds_1^2 peuvent être simultanément ramenés, par un changement de paramètres, aux formes de Levi-Civita (*Annali di Matematica*, 1896). La classification de ces formes est basée sur la multiplicité des racines du discriminant $\Delta(\lambda)$ de la forme $ds_1^2 + \lambda ds^2$ (regardée comme fonction des différentielles). Dans le cas où le nombre des variables est égal à trois, on a à distinguer les cas suivants :

» 1° $\Delta(\lambda)$ a une racine triple. Alors $ds_1^2 \equiv C ds^2$ (C constante). La transformation serait conforme (cas exclu comme connu).

» 2° $\Delta(\lambda)$ a une racine double. Je prends pour formes canoniques de ds^2 et ds_1^2 :

$$ds^2 = dx^2 + X(x).G(y,z)\,dy\,dz,$$
$$ds_1^2 = C\left[\frac{dx^2}{(X+c)^2} + \frac{X.G}{c(X+c)}\,dy\,dz\right]$$

(C et c constantes arbitraires).

» 3° $\Delta(\lambda)$ a trois racines simples. Les formes canoniques de ds^2 et de ds_1^2 sont :

$$ds^2 = (X-Y)(Y-Z)dx^2 + (Y-Z)(Y-X)dy^2 + (Z-X)(Z-Y)dz^2$$
$$ds_1^2 = C\frac{(X-Y)(Y-Z)(Z-X)}{(X+c)(Y+c)(Z+c)}\left[\frac{dx^2}{(X+c)(Z-Y)} + \frac{dy^2}{(Y+c)(X-Z)} + \frac{dz^2}{(Z+c)(Y-X)}\right]$$

(X fonction de x seul, Y de y, Z de z).

» Il reste à exprimer que les deux formes ds^2 et ds_1^2 sont homologues, c'est-à-dire, dans le cas d'une transformation infinitésimale, qu'on peut passer de ds^2 à ds_1^2 en changeant x, y, z, respectivement en $x + \xi\delta t$, $y + \eta\delta t$, $z + \zeta\delta t$ (ξ, η, ζ, fonctions de x, y, z; δt constante infiniment petite). J'ai formé, dans les deux cas, le système des six équations de condition où figurent ξ, η, ζ, et X, G ou X, Y, Z, ainsi que leurs dérivées du premier ordre. L'élimination des fonctions ξ, η, ζ entre ces équations et celles qui s'en déduisent par dérivation, fournit les conditions nécessaires et suffisantes d'existence de la transformation, liant (X, G) dans le second cas, (X, Y, Z) dans le troisième.

» Dans le second cas, il est relativement facile de former ces conditions et d'intégrer le système différentiel obtenu. J'ai ramené la question à la

détermination de trois fonctions $\varphi(y)$, $\psi(z)$, $H(y+z)$ telles que

$$\frac{\varphi'(y)-\psi'(z)}{\varphi(y)-\psi(z)}+\frac{H'(y+z)}{H(y+z)}=0.$$

Les solutions de cette équation fonctionnelle sont :

$$H=\frac{m}{\text{Ch}^2(y+z)},\qquad H=\frac{m}{(y+z)^2},$$
$$\varphi=n+p\,\text{Ch}(2y+q),\qquad \varphi=ny^2+py+q,$$
$$\psi=n+p\,\text{Ch}(2z-q),\qquad \psi=nz^2-pz+q$$

(m, n, p, q constantes arbitraires).

» J'obtiens ainsi ce résultat : *Toute variété à trois dimensions dont les géodésiques admettent une transformation infinitésimale en elles-mêmes, et qui appartient au second cas, est applicable sur l'une ou l'autre des variétés* (x, y, z) :

$$ds^2=dx^2-4\frac{\text{Ch}^2x}{\text{Ch}^2(y+z)}dy\,dz,$$
$$ds^2=dx^2+4\frac{\text{Ch}^2x}{(y+z)^2}dy\,dz.$$

Ces ds^2 admettent les transformations suivantes en eux-mêmes :

$$\xi=2a\,\text{tangh}(y+z),\qquad \xi=\frac{2a}{y+z},$$
$$\eta=a\,\text{tangh}x+b\,\text{Ch}\,2y+c,\qquad \eta=a\,\text{tangh}x+by^2+c,$$
$$\zeta=a\,\text{tangh}x+b\,\text{Ch}\,2z+c,\qquad \zeta=a\,\text{tangh}x+bz^2+c$$

(a, b, c constantes arbitraires). Les géodésiques admettent dans les deux cas la transformation infinitésimale (non conforme) en elles-mêmes :

$$\xi=\text{Sh}\,2x,\qquad \eta=0,\qquad \zeta=0.$$

» Dans le troisième cas indiqué ci-dessus, le système différentiel obtenu plus haut m'a paru inextricable, et je me suis borné à rechercher les conditions pour que les géodésiques admettent, pour le type canonique, une transformation de la forme :

$$\xi=A(x)+\Xi(y,z),\qquad \eta=B(y)+H(z,x),\qquad \zeta=C(z)+Z(x,y)$$

» Cette restitution limite singulièrement la recherche; je suis parvenu

à établir que la seule variété de ce type est la variété (x, y, z) :

$$ds^2 = (x-y)(x-z)\,dx^2 + (y-z)(y-x)\,dy^2 + (z-x)(z-y)\,dz^2,$$

dont les géodésiques admettent la transformation

$$\xi = \tfrac{1}{2}(x^2+y^2+z^2) - yz, \qquad \eta = \tfrac{1}{2}(x^2+y^2+z^2) - zx,$$
$$\zeta = \tfrac{1}{2}(x^2+y^2+z^2) - xy.$$

Ces géodésiques sont algébriques et ont pour équations :

$$\left[x-\alpha+\sqrt{(x-\alpha)^2\beta}\right]\left[y-\alpha+\sqrt{(y-\alpha)^2\beta}\right]\left[z-\alpha+\sqrt{(z-\alpha)^2\beta}\right] = \text{const.},$$
$$\sqrt{(x-\alpha)^2+\beta}+\sqrt{(y-\alpha)^2+\beta}+\sqrt{(z-\alpha)^2+\beta} = \text{const.}$$

(α, β constantes arbitraires).

» Mais (et cela diminue l'intérêt de ce dernier résultat) il est aisé de reconnaître que les coefficients du ds^2 obtenu vérifient le système des équations de Lamé : la variété obtenue est donc applicable sur la variété euclidienne et les géodésiques obtenues ne sont que des transformées algébriques des droites de l'espace euclidien. Le système triple orthogonal correspondant à ce ds^2 appartient à la catégorie de ceux formés de trois familles isothermes (Darboux, *Leçons sur les systèmes orthogonaux*, p. 217) et même est un cas particulier du système des cyclides homofocales (*loc. cit.*, p. 248). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Au sujet de la théorie de la trempe de l'acier.* Note de M. **André Le Chatelier**, présentée par M. Ad. Carnot.

« Une Note de MM. Georges Charpy et Louis Grenet, sur la dilatation des aciers trempés, présentée à l'Académie le 12 janvier 1903, se terminait par cette conclusion :

» Les effets de la trempe sur les phénomènes de dilatation paraissent difficilement conciliables avec la théorie souvent admise, d'après laquelle la trempe agirait sur les propriétés de l'acier, principalement en maintenant le carbone à l'état de solution solide, ou le fer à un état allotropique différant de l'état stable à froid, et semblent indiquer qu'il faut faire intervenir des actions d'un tout autre ordre.

» J'avais déjà montré, il y a plusieurs années [1], que la théorie du

[1] *Observations sur la trempe de l'acier*, à l'occasion des recherches de M. Charpy (*Bulletin de la Société d'encouragement*, décembre 1895).

carbone comme celle de l'allotropie du fer étaient incompatibles avec l'existence des *tensions internes* qui subsistent dans les aciers trempés, et peuvent avoir une intensité suffisante pour en déterminer la rupture; des tensions de cette nature ne sauraient être la conséquence du maintien par la trempe d'un état quelconque de dissolution ou d'allotropie; elles ne peuvent, au contraire, résulter que de changements d'état accompagnés de variations de volume; j'avais été ainsi conduit à la théorie suivante :

» Le seul état allotropique du fer, dont l'existence soit prouvée, est l'état non magnétique; ses propriétés ont pu être étudiées sur certains aciers à base de nickel ou de manganèse, non magnétiques à la température ordinaire; elles sont très caractéristiques et en particulier le coefficient de dilatation est, à 15°, qu'il s'agisse d'un acier au nickel ou au manganèse, à peu près double de celui des aciers magnétiques; cet état allotropique n'est pas maintenu par la trempe dans les aciers usuels qui restent toujours magnétiques; mais le retour à l'état magnétique se produit à une température T′ d'autant plus basse que la trempe aura été plus vive, et est accompagné d'une dilatation composée de deux parties : 1° celle qui doit correspondre à la transformation normale à la température d'équilibre; 2° celle qui résulte de ce que l'acier, étant resté à l'état non magnétique à une température plus basse, aura éprouvé, en raison de la différence entre la valeur des coefficients de dilatation correspondant aux deux états, une contraction spéciale qui devra être compensée par une dilatation équivalente au moment du retour à l'état magnétique; cette partie de la dilatation totale est d'autant plus forte que T′ a une valeur plus faible et par suite que la trempe a été plus vive.

» Les différentes parties de la pièce trempée se refroidissant avec des vitesses très différentes, éprouveront successivement le changement d'état et la dilatation qui l'accompagne; ces dilatations successives donneront lieu à des efforts successifs de tension et de compression d'où résultera cet état d'écrouissage intense qui caractérise les aciers trempés; il suffit d'ailleurs, pour produire un écrouissage intense, de variations de volume assez faibles, et cela pour deux raisons : 1° dans le cas de variation de volume, il n'y a pas de déformation permanente et le coefficient d'élasticité qui intervient a une valeur sensiblement triple de celle du coefficient d'élasticité linéaire; 2° au-dessus de 100°, il suffit, par suite d'une transformation spéciale intimement liée au carbone, d'une déformation faible pour produire un écrouissage très prononcé, dont l'intensité augmente avec la teneur en carbone.

» Cette théorie expliquait tous les faits connus, à l'époque où elle a été présentée, et elle n'est en contradiction avec aucun de ceux qui ont été élucidés depuis; on est seulement conduit, par les résultats des expériences faites depuis un an par MM. Georges Charpy et Louis Grenet (¹), à lui donner une généralisation plus étendue; en effet ces expériences, comparées à celles exécutées précédemment par le professeur Howe (²), montrent une corrélation étroite entre les variations de volume, qui se produisent dans la zone de transformation, et les effets de la trempe pratiquée aux différentes températures comprises dans cette zone; ces variations de volume comprennent, au chauffage, une contraction brusque à 700°, puis une contraction graduelle d'autant plus prononcée et répartie sur une intervalle de température d'autant plus grand qu'il s'agit d'un acier plus pauvre en carbone; pour l'acier à 0,20 cet intervalle a été de 100° (715° à 815°); en trempant un acier à 0,21 à différentes températures, le professeur Howe avait obtenu, dans un intervalle de température très restreint, correspondant au point de transformation de 700°, une augmentation brusque de ténacité de 60^{kg} à 85^{kg} accompagnée d'une forte réduction de ductibilité, puis, dans une zone de température de 90° environ, une augmentation graduelle de ténacité de 85^{kg} à 155^{kg}; il ne peut s'agir ici d'une simple corrélation accidentelle, et cette concordance entre les variations de volume et les effets de la trempe pour l'acier à 0,20 se reproduit pour les aciers à plus haute teneur, ceux à 0,60 par exemple, pour lesquels l'effet de la trempe est également complet dès qu'on dépasse cette température. Enfin les expériences de MM. Charpy et Grenet ont également montré que la valeur du coefficient de dilatation des aciers prend, dès que l'on sort de la zone de transformation, une valeur très élevée, de nature à jouer dans la trempe le rôle indiqué précédemment.

» Les effets de la trempe paraissent donc devoir être uniquement considérés comme la résultante d'un écrouissage produit par les variations de volume inhérentes aux transformations qu'éprouvent les aciers, variations dont la valeur s'exagère avec la rapidité du refroidissement, en raison du coefficient de dilatation spécial que possède l'acier au-dessus de la zone de transformation; le rôle du carbone dans la trempe résulte, d'abord de ce

(¹) *Sur la dilatation des aciers aux températures élevées* (*Comptes rendus*, 5 mars 1902). — *Étude des transformations des aciers par la méthode dilatométrique* (*Comptes rendus*, 10 mars 1902).

(²) Howe, *La trempe de l'acier* (*Bull. de la Soc. d'Encouragement*, février 1896).

qu'il facilite l'abaissement de la zone de transformation, ensuite de ce qu'il augmente l'intensité de l'écrouissage spécial qui se produit au-dessus de 100°; l'étude de la transformation que cet écrouissage caractérise permettra probablement d'élucider plus complètement le rôle et l'état du carbone dans les aciers. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Propagation dans les milieux conducteurs.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Mascart.

« I. L'équation de propagation des forces électriques ou magnétiques dans un milieu conducteur homogène est, comme on sait,

$$\Delta\Phi = \frac{\partial^2\Phi}{\partial t^2} + 2\frac{\partial\Phi}{\partial t}, \tag{1}$$

en prenant pour variable t le temps multiplié par $\frac{2\pi k\Omega^2}{K}$ et pour x, y, z les longueurs multipliées par $\Omega\sqrt{K\mu}$ (Ω, vitesse de la lumière; K, constante diélectrique; μ perméabilité magnétique; k conductivité).

» Posons

$$r^2 = (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2,$$
$$\theta^2 = (t - t_1 - \tau)^2 - r^2, \qquad \theta_1^2 = (t - t_1)^2 - r^2.$$

» On obtient facilement, en partant de résultats connus, l'intégrale de l'équation (1) pour une source ponctuelle de durée finie placée en x_0, y_0, z_0,

$$\Phi = \varepsilon^{-t}\Psi = \varepsilon^{-t}\left\{\begin{aligned} &\frac{f(t-t_1-r)+f(t-t_1+r)}{r} \\ &+\int_{-\infty}^{t-t_1-r} f(\tau)\mathrm{I}_0'\frac{d\tau}{\theta} + \int_{t-t_1+r}^{\infty} f(\tau)\mathrm{I}_0'\frac{d\tau}{\theta}, \end{aligned}\right. \tag{2}$$

où I_0 désigne la fonction de Bessel $\mathrm{J}_0(\theta i)$;

$$\mathrm{I}_0' = \frac{\partial \mathrm{I}_0}{\partial\theta} = \frac{\partial}{\partial\theta}\left[1 + \frac{\theta^2}{(2)^2} + \frac{\theta^4}{(2)^2(4)^2} + \ldots\right].$$

» Lorsque la source est de très courte durée τ_1, et telle que $\int_0^{\tau_1} f(\tau)\,d\tau$, étendue à la durée entière τ_1, soit égale à 1 ([1]), on montre facilement que Φ est nul dans l'intervalle de $t - t_1 - r + \tau_1$ à $t - t_1 + r - \tau_1$; que Φ tend

([1]) En prenant, par exemple, $f(\tau) = \frac{2}{\tau_1}\sin^2\pi\frac{\tau}{\tau_1}$, $0 \leqq \tau \leqq \tau_1$.

vers $\varepsilon^{-t}\frac{1}{\theta_1}\frac{\partial I_0}{\partial \theta_1}$, lorsque τ_1 tend vers zéro, en dehors de l'intervalle $t-t_1-r$, $t-t_1+r$; et que dans les courts intervalles $t-t_1-r$, $t-t_1-r+\tau_1$, et $t-t_1+r-\tau_1$, $t-t_1+r$, on a $\int \Phi\, dt = \frac{1}{2}$.

» II. Cette fonction Ψ est précisément celle qui convient pour appliquer la transformation de Kirchhoff à une intégrale quelconque de l'équation (1), prise sous la forme $\Phi = \varepsilon^{-t}V$. Une discussion un peu plus minutieuse que pour les milieux transparents fournit le résultat suivant :

$$\begin{aligned}
4\pi V_{t_1, x_0 y_0 z_0} = \Bigg\{ & \iiint \left[\frac{I'_0}{\theta_0}\frac{\partial V}{\partial t} - V\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{I'_0}{\zeta}\right)\right]_{t=0} dx\,dy\,dz \\
& + \iint_{\text{Sphère } R = t_1} \left[\frac{V}{2} + \frac{1}{R}\left(\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial r}\right) + \frac{V}{R^2}\right]_{t=0} dS \\
& + \iint_{\text{Surface } \Sigma} \left[V\frac{I'_0}{\theta_0} + \frac{1}{r}\left(\frac{\partial V}{\partial t}\frac{\partial r}{\partial \nu} + \frac{\partial V}{\partial \nu}\right) + \frac{V}{r^2}\frac{\partial r}{\partial \nu}\right]_{t=t_1-r} d\Sigma \\
& + \iint_{\text{Surface } \Sigma} d\Sigma \int_0^{t_1-r} \left[\left(\frac{\partial V}{\partial \nu} + \frac{\partial V}{\partial t}\frac{\partial r}{\partial \nu}\right)\frac{I'_0}{\theta_0}\right. \\
& \qquad \left. + V\frac{r}{\partial \nu}\left(\frac{\partial}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial r}\right)\left(\frac{I'_0}{\theta_0}\right)\right] dt \Bigg\};
\end{aligned}$$

$\varepsilon^{-t}V$ est une fonction quelconque satisfaisant à l'équation (1). On obtient sa valeur dans le premier membre au point $x_0 y_0 z_0$, à l'époque t_1 quelconque, au moyen des valeurs relatives à l'époque o supposées données, de V et de $\frac{\partial V}{\partial t}$, dans tout le volume intérieur à une surface Σ quelconque, et des valeurs supposées données de V et de $\frac{\partial V}{\partial \nu}$ sur cette surface Σ depuis l'époque o (ν normale extérieure).

» La première ligne est une intégrale étendue à tout le volume intérieur à la fois à la sphère de rayon $R = t_1$ et à la surface Σ.

» Lorsque la sphère t_1 et la surface Σ se coupent, la seconde ligne est une intégrale de surface étendue à la partie de la surface sphérique intérieure à la surface Σ.

» La troisième et la quatrième ligne sont étendues à la partie de la surface Σ intérieure à la sphère t_1.

» III. La discussion de ces quatre termes montre bien la différence entre la propagation dans les conducteurs et la propagation dans les isolants.

» Un cas particulier de cette formule avait déjà été obtenu par Birkeland d'une manière différente; c'est celui où la surface Σ est tout entière extérieure à la sphère; V est alors défini par l'état initial.

» Le second cas particulier intéressant, qui correspond au principe d'Huygens, est celui où, dans l'état initial, V est nul à l'intérieur de toute la surface Σ. Le potentiel V est alors défini par les deux dernières intégrales, au moyen de la succession des valeurs de V et de $\frac{\partial V}{\partial \nu}$ en fonction du temps sur la surface Σ.

» Je reviendrai prochainement sur ce dernier cas, et sur l'étude des sources proprement dites. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la cohésion diélectrique des mélanges de gaz.* Note de M. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« L'effluve qui, dans mes expériences, illumine la masse entière de gaz soumise à l'action du champ électrique et témoigne ainsi que la cohésion diélectrique est vaincue, ne paraît pas produire, en quantité appréciable, de produits différents de ceux que l'on a mis en présence. Si l'on opère sur des mélanges gazeux explosifs, non seulement cette effluve ne les fait pas détoner, mais on n'observe aucune variation de pression de l'ordre du millième, même par plusieurs effluves successives.

» En général, le champ critique qui convient à un mélange est intermédiaire à ceux qui caractérisent les gaz mêlés.

» Pour arriver à des conclusions plus précises, il convient de mêler des gaz dont les propriétés électriques soient très différentes. C'est pourquoi j'ai surtout étudié les mélanges dont l'un des éléments est l'hydrogène. Je rappelle qu'aux pressions supérieures à quelques millimètres de mercure ce gaz admet des champs critiques beaucoup plus faibles et, aux basses pressions, des champs critiques plus forts que les autres gaz communs.

» Les phénomènes les plus intéressants sont ceux qui se produisent aux pressions élevées. On sait que le champ critique est alors sensiblement représenté par une fonction linéaire de la pression, indépendamment de l'épaisseur de la couche gazeuse mise en jeu, tandis qu'à basse pression la paroi intervient d'une manière complexe, soit par elle-même ou par la couche gazeuse adhérente. J'insisterai donc particulièrement sur ce qui se passe aux pressions supérieures à quelques millimètres de mercure.

» Deux cas au moins sont à distinguer. Dans le premier, qui paraît aussi le plus général, *le champ critique est exactement la moyenne des champs critiques correspondant aux deux gaz considérés isolément à la pression du mé-*

lange. On peut dire alors que les deux gaz ne se modifient pas réciproquement sous l'influence du champ électrique, la propriété que l'on étudie n'étant pas altérée par le mélange.

» On pouvait s'attendre à ce qu'il en fût ainsi pour les mélanges gazeux sans action chimique et c'est, en effet, ce que l'on observe pour des mélanges tels que $CO + CO^2$, ou bien $CO + H$.

» En tous cas, si la loi n'est pas rigoureuse, l'erreur que comporte son application tombe au-dessous de la limite des erreurs expérimentales.

» On sera peut-être étonné d'apprendre que la même loi s'applique encore au mélange détonant de protoxyde d'azote et d'hydrogène, tout au moins jusqu'à la pression de 6^{cm} de mercure qui n'a pas été dépassée dans ces expériences. On pourrait, en effet, supposer qu'il tend à se produire de l'azote libre et de la vapeur d'eau; mais il faut bien admettre, d'après mes résultats, que cette tendance n'existe pas à la température ordinaire, et pour des pressions inférieures à 6^{cm} de mercure.

» On ne sera peut-être pas moins surpris de savoir que, dans des cas en apparence fort analogues aux précédents, les choses se passent d'une manière toute différente. Au lieu d'oxyde de carbone et d'hydrogène, prenons un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène. Le champ critique peut alors descendre très sensiblement au-dessous de la moyenne correspondant aux gaz séparés. Pour un mélange donné, l'abaissement proportionnel croît avec la pression suivant une loi qui paraît asymptotique, Ainsi pour un mélange à volumes sensiblement égaux (48,6 pour 100 d'hydrogène) ces abaissements ont les valeurs suivantes :

Pression.	Abaissement relatif.
2^{cm}	4,15 pour 100
3^{cm}	5,90 »
4^{cm}	7,00 »
5^{cm}	7,87 »
6^{cm}	8,49 »
∞	12,7 »

» Le nombre extrapolé, pour les pressions très élevées, s'obtient en déterminant le coefficient angulaire de l'asymptote à la courbe qui représente le champ critique en fonction de la pression. Cette asymptote est très bien déterminée par l'ensemble des mesures.

» Pour trois mélanges en proportions diverses, l'abaissement relatif limite paraît à peu près proportionnel au produit du nombre des molécules

d'espèce différente en présence. C'est une loi analogue à la loi de Guldberg et Waage.

» L'abaissement limite du mélange à volumes égaux étant pris égal à 12,7 pour 100, il résulterait de cette loi, pour les mélanges contenant un quart d'acide carbonique ou un quart d'hydrogène, un abaissement moléculaire de 9,72 pour 100. J'ai trouvé, en moyenne, 9,49.

» Les mélanges d'oxygène et d'hydrogène présentent les mêmes particularités, mais l'abaissement moléculaire est comparativement plus fort.

» Ni avec les mélanges d'acide carbonique et d'hydrogène, ni avec ceux d'oxygène et d'hydrogène je n'ai pu constater la production de traces appréciables de vapeur d'eau. L'action chimique, si elle existe, est donc extrêmement limitée. L'abaissement du champ critique est cependant une preuve indéniable de l'action du champ électrique sur la stabilité des groupements moléculaires existant normalement dans ces mélanges.

» Je serai très bref en ce qui concerne les basses pressions. Pour tous les mélanges hydrogénés que j'ai étudiés, le champ critique, aux basses pressions, est, sans exception, inférieur à celui qu'on calculerait par la loi des moyennes. L'abaissement est surtout considérable pour les pressions comprises entre $\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{20}$ de millimètre. Dans cette région, le champ critique de l'hydrogène présente un accroissement extrêmement rapide, dont toute trace disparaît dans les mélanges.

» Étant donnée l'influence considérable de la paroi sur les champs critiques à basse pression, il est vraisemblable que l'abaissement observé correspond à une diminution de la stabilité moléculaire du mélange en contact avec la paroi, ou, si l'on veut, du mélange condensé par la paroi. »

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la production de la radioactivité induite par l'actinium.* Note de M. A. **Debierne**, présentée par M. Mascart.

« Les expériences de MM. Curie, Rutherford et Debierne montrent que la radioactivité induite provoquée par les composés de radium, de thorium et d'actinium, est produite par des centres particuliers d'énergie (ions activants ou émanation), qui sont dégagés d'une façon continue par le corps radioactif et se répandent autour de celui-ci.

» Il a été montré, dans des Notes antérieures, que deux lames parallèles

placées dans une enceinte activante s'activent d'autant plus que la distance qui les sépare est plus grande. L'activation est donc d'autant plus grande que le nombre d'ions activants présents entre les lames est plus grand. On est ainsi amené à penser que les centres activants n'agissent pas par contact direct avec les lames. Ceux qui sont éloignés agissent également. Tout se passe comme si l'activation était produite par un rayonnement particulier émis par chacun de ces centres, l'activation de la lame étant proportionnelle au flux total de rayonnement qu'elle absorbe.

» J'ai montré précédemment que les ions activants de l'actinium se trouvaient concentrés au voisinage de la source. Si un composé d'actinium est placé au fond d'un tube en M (*fig.* 1), les ions activants se trouveront presque exclusivement dans le tube et deux lames A et B placées devant l'ouverture s'activeront cependant assez fortement et d'une manière identique par suite du rayonnement activant émanant de chacun de

Fig. 1.

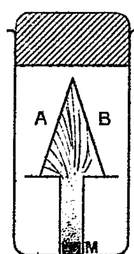
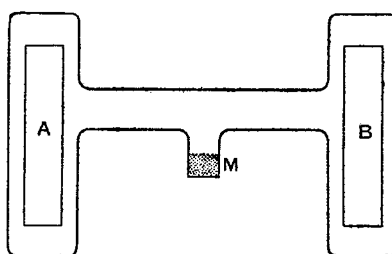


Fig. 2.



ces ions. Si l'appareil est placé dans un champ magnétique intense normal au plan de la figure, on constate que l'activation de l'une des lames diminue fortement tandis que l'activation de l'autre lame augmente d'une quantité correspondante. Le rayonnement qui émane de ces ions activants est donc dévié dans un champ magnétique. La déviation se fait de la même manière que pour les rayons cathodiques, mais en sens inverse ([1]).

» Les ions activants se diffusant avec une vitesse très faible, il est très peu vraisemblable que dans l'expérience précédente l'influence du champ magnétique soit due à une action directe sur les ions activants, et il est plus naturel de supposer que c'est le rayonnement activant qui est dévié. D'ailleurs l'expérience suivante montre que la diffusion des ions activants n'est pas sensiblement modifiée par un champ magnétique. Le composé d'actinium étant placé en M (*fig.* 2), en communication avec deux vases contenant chacun une lame placée dans le plan de la figure, A et B, on établit dans l'appareil une pression suffisamment faible (15^{mm} de mercure) pour que la diffusion

([1]) Dans des conditions particulières, le champ magnétique semble produire un effet inverse de celui-ci. Je reviendrai plus tard sur ce phénomène encore incomplètement étudié.

des ions se produise facilement. L'activation est alors très grande et la même pour les deux lames. Si la source est ensuite placée dans un champ magnétique intense, normal au plan de la figure en laissant les lames en dehors du champ, on constate que l'activation n'a pas changé et est encore la même pour les deux lames. Le champ magnétique n'agit donc pas sur les ions, mais sur le rayonnement activant.

» Enfin, si l'on établit un champ électrique entre deux lames placées dans une enceinte contenant de l'actinium, l'activation de la lame chargée négativement est beaucoup plus forte que celle de la lame chargée positivement. Ce phénomène a déjà été constaté avec le thorium par M. Rutherford et se produit également avec le radium.

» *Les expériences précédentes montrent qu'il existe un rayonnement nouveau caractérisé essentiellement par la propriété de rendre radio-actifs, d'une façon temporaire, les corps qu'il frappe.*

» Ce rayonnement, que j'appellerai *rayonnement activant*, est émis par les centres activants répandus dans le gaz au voisinage de l'actinium. Ces nouveaux rayons possèdent la propriété d'être déviés dans un champ magnétique et dans un champ électrique. La déviation est celle qui aurait lieu pour des particules chargées positivement et animées d'une grande vitesse. »

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la chaleur dégagée spontanément par les sels de radium.* Note de MM. **P. Curie** et **A. Laborde**, présentée par M. Lippmann.

« Nous avons constaté que les sels de radium dégagent de la chaleur d'une manière continue.

» Un couple thermoélectrique, fer-constantan, dont une des soudures est entourée de chlorure de baryum radifère, et dont l'autre est entourée de chlorure de baryum pur, accuse en effet une différence de température entre les deux corps.

» Nous avons fait l'expérience avec deux petites ampoules identiques, en mettant dans l'une 1^g de chlorure de baryum radifère contenant environ $\frac{1}{6}$ de son poids de chlorure de radium, et dans l'autre 1^g de chlorure de baryum pur. Les soudures du couple thermoélectrique sont placées respectivement au centre de chaque ampoule au milieu de la matière qui les remplit. Ces ampoules sont isolées dans l'air au milieu de deux petites enceintes identiques situées elles-mêmes dans une troisième qui est isolée calorifiquement et dans laquelle la température est sensiblement uniforme. Les variations de la température ambiante se font sentir dans ces conditions de la même façon sur les deux soudures, et n'influent pas sur les indications du couple.

» Nous avons constaté ainsi une différence de température de $1°,5$ entre le chlorure de baryum radifère et le chlorure de baryum pur, le sel radifère

ayant la température la plus élevée, Comme contrôle, nous avons répété l'expérience dans les mêmes conditions avec deux ampoules renfermant toutes deux du chlorure de baryum pur. Les différences de température observées sont alors seulement de l'ordre de grandeur de $\frac{1}{100}$ de degré.

» Nous avons cherché à évaluer quantitativement la chaleur dégagée, dans un temps donné, par le radium.

» Pour cela nous avons d'abord comparé cette chaleur à celle dégagée par un courant électrique d'intensité connue, dans un fil de résistance connue.

» Une ampoule renfermant le radium est enfermée à l'intérieur d'un bloc de métal auquel elle communique sa chaleur. Une des soudures du couple thermoélectrique est située dans une cavité creusée dans le bloc, l'autre soudure étant située dans un second bloc semblable, mais ne renfermant pas de radium. Lorsque le régime est établi, le bloc reçoit du radium, en un temps donné, autant de chaleur qu'il en perd par conduction et par rayonnement vers l'extérieur. Le couple indique alors une certaine différence de température entre les deux blocs.

» Cette expérience une fois faite, on substitue à l'ampoule renfermant le radium une ampoule dans laquelle se trouve un fil fin de platine iridié que l'on échauffe par le passage d'un courant. On modifie l'intensité du courant jusqu'à ce que, à l'état de régime, la différence de température des deux blocs soit la même que dans l'expérience précédente. La chaleur dégagée par le radium dans la première expérience est alors égale à celle dégagée pendant le même temps par le courant dans la seconde expérience. Cette dernière quantité est facile à calculer.

» Nous avons encore évalué la chaleur dégagée par le radium en faisant directement des mesures avec le calorimètre de Bunsen.

» Avant de faire l'expérience, on constate d'abord que le niveau du mercure dans la tige du calorimètre reste parfaitement fixe. L'ampoule contenant le radium séjourne pendant ce temps dans un tube maintenu à zéro dans la glace fondante. A un moment donné on introduit l'ampoule dans le calorimètre et l'on constate que le mercure se déplace alors dans la tige avec une vitesse parfaitement uniforme (à raison de $2^{cm},5$ à l'heure, par exemple, avec le produit dont nous avons parlé plus haut). Lorsqu'on retire l'ampoule contenant le radium le mercure s'arrête aussitôt.

» 1^g du chlorure de baryum radifère, avec lequel nous avons fait la plupart de ces expériences, dégageait environ 14 petites calories à l'heure, mais la composition de ce produit ne nous est pas exactement connue. D'après l'activité radiante, il doit renfermer environ $\frac{1}{6}$ de son poids de chlorure de radium pur. Nous avons également fait quelques mesures avec un échantillon de $0^g,08$ de chlorure de radium pur. Les mesures faites par les deux méthodes conduisent à des résultats qui sont du même ordre de

grandeur sans être absolument concordants. Nous nous sommes proposé seulement, dans ces premières recherches, de démontrer d'une façon indiscutable l'existence du dégagement de chaleur en opérant dans des conditions variées et de donner l'ordre de grandeur du phénomène.

» 1^g *de radium dégage une quantité de chaleur qui est de l'ordre de* 100 *petites calories par heure.*

» 1 atome-gramme de radium (225^g) dégagerait, pendant chaque heure, 22500^{cal}, nombre comparable à celui de la chaleur dégagée par la combustion dans l'oxygène de 1 atome-gramme d'hydrogène.

» Le dégagement continu d'une telle quantité de chaleur ne peut s'expliquer par une transformation chimique ordinaire. Si l'on cherche l'origine de la production de chaleur dans une transformation interne, cette transformation doit être de nature plus profonde et doit être due à une modification de l'atome de radium lui-même. Cependant, une pareille transformation, si elle existe, se fait avec une extrême lenteur. En effet, les propriétés du radium n'éprouvent pas de variations notables en plusieurs années et Demarçay n'a observé aucune différence dans le spectre d'un même échantillon de chlorure de radium en faisant deux examens à 5 mois d'intervalle. Si donc l'hypothèse précédente était exacte, l'énergie mise en jeu dans la transformation des atomes serait extraordinairement grande.

» L'hypothèse d'une modification continue de l'atome n'est pas seule compatible avec le dégagement de chaleur du radium. Ce dégagement de chaleur peut encore s'expliquer en supposant que le radium utilise une énergie extérieure de nature inconnue. »

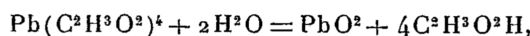
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la combinaison de l'acide plombique avec les acides organiques.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Georges Lemoine.

« Je me propose de faire connaître des anhydrides formés par l'union d'un acide métallique avec un acide organique.

» L'action des acides sur le minium Pb^3O^4 a été maintes fois étudiée depuis Berzélius, qui, le premier, a remarqué que cet oxyde *se dissout* dans l'acide acétique froid et qu'ensuite la solution abandonne lentement du bioxyde de plomb PbO^2. Comme le bioxyde de plomb est insoluble dans l'acide acétique, j'ai pensé que l'oxyde déposé par la solution acétique sort

non pas d'une dissolution, qui est une opération réversible, mais d'une combinaison que j'ai réussi à isoler.

» A cet effet, j'ai projeté du minium en poudre fine dans dix ou douze fois son poids d'acide acétique glacial. Après 18 heures de contact et d'agitation, j'ai maintenu le mélange à la température de 35° pendant plusieurs heures sans cesser d'agiter; puis j'ai abandonné le liquide filtré à la température de 12° environ. Les cristaux blancs qui se sont déposés dans ces conditions ont été rapidement essorés sur du coton de verre, lavés à l'acide acétique, comprimés dans du papier buvard et séchés dans le vide sec. Ces cristaux se décomposent par l'eau en bioxyde de plomb et en acide acétique : ils répondent par conséquent soit à l'anhydride mixte formé par l'union de 2 molécules acétiques avec l'acide plombique de Frémy $PbO(OH)^2$, soit au tétracétate $Pb(C^2H^3O^2)^4$ qui est l'anhydride mixte de l'acide acétique $C^2H^4O^2$ et de l'acide plombique normal $Pb(OH)^4$. Le dosage du bioxyde de plomb et celui de l'acide acétique tranchent immédiatement la question en faveur de cette dernière constitution; car la décomposition par l'eau fournit deux fois plus d'acide acétique dans le second cas que dans le premier pour une même quantité de plomb. Dans la décomposition du tétracétate



$$Pb(C^2H^3O^2)^4 + 2H^2O = PbO^2 + 4C^2H^3O^2H,$$

le poids du bioxyde de plomb est sensiblement le même que celui de l'acide acétique (1). Ce résultat est précisément conforme aux analyses de trois échantillons provenant d'opérations différentes.

» Le tétracétate plombique est cristallisé en longues aiguilles, blanches, très aplaties. Il est soluble dans l'acide acétique, décomposable par l'eau, par l'alcool et par la chaleur.

» *Particularités de la préparation.* — I. Il n'est pas indispensable de filtrer la solution acétique après la transformation du minium, car le magma blanc qui le remplace est constitué par du tétracétate presque pur.

» II. Si l'on refroidit dans la glace ladite solution, il se forme des cristaux d'acide acétique, identiques aux cristaux ordinaires d'acide acétique, quoiqu'ils renferment du tétracétate exempt d'ailleurs de sel de Saturne. Ces cristaux, en fondant vers 15°, laissent des résidus cristallins renfermant un excès d'acide acétique volatilisable dans le vide. Voici l'analyse de l'un d'eux : matière, 1165^{mg}; PbO^2, 360^{mg}; acide $C^2H^5O^2$, 863^{mg}, comme si le tétracétate était susceptible de cristalliser avec un excès d'acide.

» *Extension.* — Comme on ne connaît guère que le procédé de Gerhardt pour l'obtention des anhydrides organiques mixtes, j'ai cherché à étendre la réaction précédente aux homologues de l'acide acétique. A cet effet, j'ai traité le minium par de l'acide propionique à 99 pour 100. L'oxyde se dissout plus facilement que dans l'acide acétique, si bien que l'on peut opérer à chaud et que la solution supporte l'ébullition sans décomposition.

» *Tétrapropionate*, $Pb(C^3H^5O^2)^4$. — Je place le minium en poudre fine dans

(1) Le poids du bioxyde de plomb obtenu par pesée directe après dessiccation à 115°-120° a été contrôlé par transformation en $PbSO^4$ ou en PbS.

dix fois son poids d'acide propionique froid et j'agite. Au bout de quelques heures, j'élève la température vers 60° et je laisse refroidir jusqu'au lendemain. Je sépare par filtration le précipité blanc qui s'est formé et je me sers de l'acide filtré pour attaquer une nouvelle quantité de minium. Je réunis tous les précipités, et je les redissous dans de l'acide propionique neuf et chaud. Je filtre à chaud. Le liquide clair laisse déposer de longues aiguilles blanches qui, essorées sur du coton de verre et séchées dans le vide sec, répondent à la constitution du tétrapropionate plombique inconnu jusqu'ici, $Pb(C^3H^5O^2)^4$.

» Ce corps se décompose en effet au contact de l'eau en régénérant le bioxyde de plomb et l'acide propionique en proportions voulues. L'analyse organique sanctionne en outre ce résultat.

» *Tétrabutyrates* $Pb(C^4H^7O^2)^4$. — Les acides butyriques réagissent sur le minium de la même façon que leurs homologues inférieurs. La solution obtenue, surtout lorsqu'on chauffe, est incolore et laisse précipiter PbO^2 par l'eau. Elle a, en un mot, l'allure des dissolutions acétique et propionique de minium.

» En résumé, j'ai non seulement obtenu une nouvelle classe de corps resultant de l'union des acides gras avec l'acide plombique normal $Pb(OH)^4$, instable, mais je suis arrivé à ce résultat par une méthode qui n'a aucune analogie avec celle de Gerhardt, dont l'application serait d'ailleurs impossible aux cas que j'ai étudiés. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de transformation du phosphore blanc en phosphore rouge.* Note de M. **H. Giran.**

« On admet généralement que la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge dégage $+19^{Cal},2$; ce résultat, dit-on, se déduit des expériences de MM. Troost et Hautefeuille. Or, si l'on consulte le Mémoire de ces chimistes (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. II, p. 145), on constate qu'ils n'y ont étudié que le phosphore rouge. Le nombre +19,2 ne peut donc pas résulter de leurs expériences.

» Cette valeur numérique est, d'ailleurs, tout à fait anormale, si on la compare à celle qui mesure la transformation correspondante chez l'arsenic. E. Petersen (*Zeit. für phys. Chem.*, t. VIII, p. 601) a, en effet, trouvé que l'arsenic jaune, analogue au phosphore blanc, dégage, en se transformant en arsenic amorphe, $+4^{Cal},9$:

As jaune = As amorphe .... $+4^{Cal},9$

et l'on sait, par les expériences de MM. Berthelot et Engel (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXI, p. 287), que :

As amorphe = As cristallisé .... $+1^{Cal}$ environ

» Ce nombre + 19,2 serait-il, du moins, d'accord avec celui que l'on peut déduire, par l'application des théories thermodynamiques, de la tension maximum de la vapeur de phosphore et de sa tension de transformation? Si nous admettons, avec M. Moutier, et conformément aux idées actuelles, que la tension de transformation du phosphore n'est pas autre chose que la tension de vapeur du phosphore rouge, l'application successive de la formule de Clapeyron à la vaporisation du phosphore blanc et du phosphore rouge va nous permettre de calculer la chaleur de vaporisation de chacun d'eux.

» Cette formule, appliquée à la molécule-gramme et aux températures absolues T_1 et T_2, auxquelles les tensions de vapeur sont p_1 et p_2, peut s'écrire

$$L = 0,00198.\ T_1\,T_2\,\frac{\mathcal{L}\,\frac{p_2}{p_1}}{T_2 - T_1}.$$

Je l'ai employée en associant deux à deux tous les résultats obtenus par MM. Troost et Hautefeuille.

» Désignons par l la chaleur de vaporisation de l'atome de phosphore $\left(l = \frac{L}{4}\right)$.

» Avec le phosphore blanc, on obtient pour l des valeurs qui augmentent légèrement, au fur et à mesure que l'on fait intervenir, dans les calculs, des températures plus élevées. Cette augmentation paraît due à ce que, à ces températures, la rapidité de la transformation ne permet pas à la tension maximum de s'établir, de telle sorte que les résultats donnés par MM. Troost et Hautefeuille seraient un peu faibles. Si l'on fait la moyenne des valeurs, sensiblement concordantes, de l qui correspondent aux températures peu élevées, on trouve : $l = 3,74$.

» C'est la chaleur de vaporisation du phosphore blanc liquide; il faut ajouter 0,15 pour obtenir celle du phosphore solide, qui sera, par conséquent,

$$l_b = 3,89.$$

» Dans le cas du phosphore rouge, les résultats fournis par la formule de Clapeyron sont très concordants; leur valeur moyenne est

$$l_r = 7,60.$$

Par conséquent :

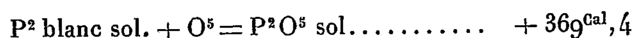
P blanc sol. = P rouge sol............... $+ 3^{\text{Cal}},71$

» Ce résultat est fort différent du nombre classique $+ 19^{\text{Cal}},2$; il est du même ordre de grandeur que celui qui a été trouvé par E. Petersen pour passer de l'arsenic jaune à l'arsenic amorphe.

» Ces grandes divergences m'ont conduit à étudier la question au point de vue expérimental. Afin d'obtenir des résultats bien certains, j'ai employé

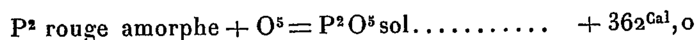
deux méthodes entièrement différentes : la combustion du phosphore dans l'oxygène et sa dissolution dans le brome.

» I. *Combustion du phosphore dans l'oxygène.* — Ces expériences ont été exécutées avec l'obus calorimétrique Mahler. J'ai indiqué, dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 550), la chaleur de combustion du phosphore blanc :

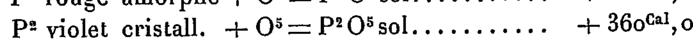


$$P^2 \text{ blanc sol.} + O^5 = P^2O^5 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +369^{Cal},4$$

J'ai effectué les mêmes mesures avec le phosphore rouge ordinaire amorphe et avec le phosphore violet cristallisé d'Hittorff, préparé par dissolution du phosphore ordinaire dans le plomb fondu et séparation du métal par l'acide azotique faible. J'ai trouvé :

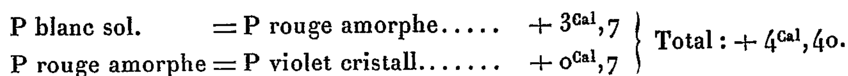


$$P^2 \text{ rouge amorphe} + O^5 = P^2O^5 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +362^{Cal},0$$



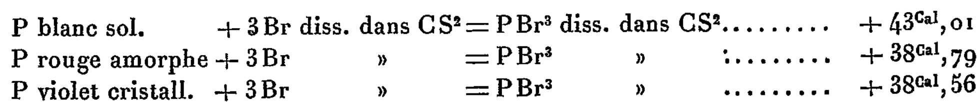
$$P^2 \text{ violet cristall.} + O^5 = P^2O^5 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +360^{Cal},0$$

» J'ai constaté que les trois anhydrides ainsi produits possèdent la même chaleur de dissolution ; l'état final est donc le même dans ces trois combustions, et nous pouvons en déduire les chaleurs de transformation suivantes :



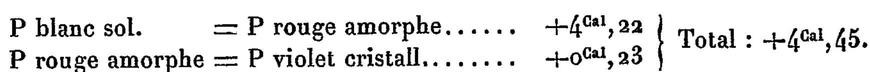
$$\left.\begin{array}{ll} P \text{ blanc sol.} = P \text{ rouge amorphe} \ldots\ldots & +3^{Cal},7 \\ P \text{ rouge amorphe} = P \text{ violet cristall} \ldots\ldots & +0^{Cal},7 \end{array}\right\} \text{Total} : +4^{Cal},40.$$

» II. *Dissolution du phosphore dans le brome.* — La violence de la réaction ne permettant pas de faire réagir directement le brome sur le phosphore blanc, je dissolvais d'abord chacun d'eux dans le sulfure de carbone. Le résultat était ensuite rapporté au phosphore solide, en tenant compte de la chaleur de dissolution de P dans CS^2 ($-0^{Cal},46$). Avec le phosphore rouge et le phosphore violet, je faisais réagir sur chacun d'eux une dissolution sulfocarbonique de brome. Dans tous les cas, ce métalloïde était employé en grand excès ; malgré cette précaution, le dégagement de chaleur montre qu'il ne se forme que du tribromure. J'ai obtenu les résultats suivants :



P blanc sol.	+ 3Br diss. dans CS^2	=	PBr^3 diss. dans CS^2	....	$+43^{Cal},01$
P rouge amorphe	+ 3Br »	=	PBr^3 »	....	$+38^{Cal},79$
P violet cristall.	+ 3Br »	=	PBr^3 »	....	$+38^{Cal},56$

» On en déduit :



$$\left.\begin{array}{ll} P \text{ blanc sol.} = P \text{ rouge amorphe} \ldots\ldots & +4^{Cal},22 \\ P \text{ rouge amorphe} = P \text{ violet cristall} \ldots\ldots & +0^{Cal},23 \end{array}\right\} \text{Total} : +4^{Cal},45.$$

» Ces nombres sont tout à fait d'accord avec ceux que j'ai obtenus par la combustion du phosphore.

» Par conséquent, *la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge amorphe dégage environ* $+4^{Cal}$. Ce résultat est aussi conforme que possible aux prévisions théoriques.

» Quant à la transformation du phosphore rouge amorphe en phosphore violet cristallisé, elle serait d'environ $+0^{Cal},5$. Certains chimistes

(CHAPMAN, *Journ. ch. Soc.*, t. LXXV, p. 374) pensent qu'il y a identité entre ces deux variétés de phosphore. Les résultats que j'ai obtenus pour exprimer la chaleur de transformation réciproque de ces deux états allotropiques sont de l'ordre des erreurs d'expériences et ne permettent pas de trancher sûrement cette question; ils paraissent cependant indiquer, entre le phosphore rouge et le phosphore violet, une légère différence de condensation moléculaire. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le collargol.* Note de M. **M. HANRIOT**, présentée par M. Armand Gautier.

« Carey Lea a annoncé que, dans la réduction du nitrate d'argent par le sulfate ferreux, on obtient des corps solubles dans l'eau qu'il a envisagés comme des formes colloïdales de l'argent métallique. Dans son premier Mémoire, il en a indiqué trois variétés différant entre elles par la couleur et la solubilité, et depuis il en a signalé d'autres encore. En outre, divers observateurs ont obtenu de l'argent colloïdal au moyen de divers réducteurs sans les identifier avec les formes décrites par Carey Lea, en sorte que l'individualité chimique de ces composés n'est pas suffisamment établie.

» On attribue à tous ces corps un certain nombre de caractères communs que l'on peut ainsi formuler : Ils sont solubles dans l'eau en donnant des solutions colorées non dialysables; en leur qualité de colloïdes, ils sont précipités de ces solutions par les sels neutres tantôt sous forme soluble (tel est le cas de la précipitation par le sulfate de magnésie), le plus souvent sous forme coagulée d'argent ordinaire, ne se redissolvant plus dans l'eau; enfin, ces solutions électrolysées donnent un dépôt d'argent métallique spongieux au pôle *positif*.

» Ces corps n'ont jamais été obtenus à l'état de pureté, et la plupart des auteurs ont négligé de donner l'analyse des produits qu'ils ont obtenus. Carey Lea a signalé des produits atteignant 97,81, et même 98,1 d'argent, mais il indique que, lorsque l'on cherche à purifier ces corps à fond, ils se décomposent avec formation d'argent métallique, et Lothermoser a recommandé, pour leur donner de la stabilité, de les additionner de quantités notables de corps colloïdaux étrangers. Il est, du reste, à remarquer que l'on ne peut obtenir l'état colloïdal de l'argent par précipitation qu'en présence d'autres corps colloïdaux, ceux-ci pouvant être très

variés, tels que le citrate de fer, la dextrine, le tannin, l'albumine, le silicate de soude.

» Pour les recherches que je vais exposer, je suis parti du produit commercial employé en thérapeutique et vendu par la Maison Heyden sous le nom de *collargol*.

» Ce corps ne m'a donné à l'analyse que 87,3 pour 100 d'argent. Il contient toujours une petite quantité d'ammoniaque, une trace d'acide azotique et une matière albuminoïde assez abondante. Il se dissout abondamment dans l'eau en donnant des solutions d'un rouge brun qui présentent les réactions attribuées plus haut aux solutions colloïdales d'argent. Il correspondrait, d'après les indications données par Carey Lea, à la première modification.

» *Action du nitrate d'argent.* — Les solutions de collargol précipitent par le nitrate d'argent en donnant un corps insoluble (coagulation). J'ai cherché à déterminer la quantité de nitrate d'argent qui correspondait à la précipitation complète; je me suis aperçu qu'à ce moment, il ne restait pas trace d'argent en dissolution, pas plus à l'état de collargol qu'à celui de nitrate d'argent. On ne pouvait donc assimiler cette précipitation à celle que donnent les sels neutres, et il fallait considérer le précipité non comme une transformation du collargol en argent métallique, mais comme un corps contenant à la fois l'argent du collargol et celui du nitrate d'argent.

» Ce corps a été décanté, lavé plusieurs fois par centrifugation, puis séché sur une plaque poreuse. Il forme alors une masse d'aspect métallique, friable, insoluble dans l'eau, dans la potasse, le carbonate de soude et le mercure. L'acide azotique et le cyanure de potassium le dissolvent en un liquide incolore, tandis qu'avec l'ammoniaque on reproduit la coloration rouge des solutions de collargol. Ce précipité n'est donc pas de l'argent métallique, mais une combinaison contenant encore le groupement caractéristique du collargol.

» *Action du sulfate de cuivre.* — Le sulfate de cuivre précipite les solutions de collargol dans les mêmes conditions que le nitrate d'argent. Le précipité offre les mêmes caractères de solubilité que le précédent. Calciné et redissous ensuite dans l'acide azotique, il permet de mettre en évidence une petite quantité de cuivre.

» *Action de l'azotate de baryum.* — L'azotate de baryum donne avec les solutions de collargol une précipitation incomplète. La masse lavée et séchée a l'aspect métallique; elle est un peu soluble dans l'eau, très soluble dans AzH^3. Elle renferme du baryum.

» *Action des acides.* — Les réactions précédentes assimilent le collargol à un sel soluble capable de former par double réaction des précipités insolubles avec les sels métalliques. J'ai donc cherché à isoler l'acide de ce sel. Les divers auteurs qui se sont occupés de l'argent colloïdal ont signalé sa facile transformation par les acides en argent ordinaire. En effet, par l'action de l'acide acétique dilué, j'ai obtenu un précipité noir qui, lavé à l'eau par essorage, puis séché, s'est comporté comme un véritable acide. A l'état solide et sec, il constitue une masse d'aspect métallique, très friable, insoluble dans l'eau, mais soluble en brun rouge dans la potasse, l'ammoniaque et même dans le carbonate de sodium. L'acide sulfurique dilué et l'acide azotique four-

nissent des résultats identiques, mais si on laisse longtemps le précipité en contact avec l'acide minéral, il finit par devenir insoluble dans la potasse.

» *Électrolyse*. — Les réactions qui précèdent permettent donc d'envisager le collargol comme le sel soluble d'un acide, l'*acide collargolique*, assez énergique pour déplacer l'acide carbonique. On s'explique alors aisément le dépôt pris pour de l'argent, au pôle positif, pendant l'électrolyse du collargol ; seulement ce dépôt doit être formé, non d'argent ordinaire, mais d'acide collargolique. C'est ce que j'ai vérifié : si l'on électrolyse une solution de collargol, on obtient un dépôt noir au pôle positif. Ce dépôt, insoluble dans l'eau, se dissout dans les alcalis et les carbonates alcalins avec la coloration rouge caractéristique de l'acide collargolique.

» A quelle base cet acide est-il uni dans le collargol primitif? Vraisemblablement à l'ammoniaque : d'une part, j'ai signalé la présence constante de ce corps dans le collargol commercial; d'autre part, lorsque l'on évapore à sec une solution aqueuse de collargol, une certaine quantité se précipite sous forme insoluble; redissoute dans l'ammoniaque, elle régénère la solution primitive décomposable de même par la chaleur. Si, au contraire, on dissout dans la potasse cette portion insoluble dans l'eau, l'évaporation à sec n'insolubilise plus le collargol. Ainsi les sels des métaux alcalins résistent à l'action de la chaleur, tandis que le sel ammoniacal est décomposé. Le collargol subissant cette dernière décomposition, il y a lieu de le considérer comme le sel ammoniacal de l'acide collargolique.

» Je me propose de vérifier bientôt si ces réactions sont applicables aux diverses variétés d'argent colloïdal et d'établir, s'il est possible, la formule de l'acide collargolique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des métaux à chaud sur les acides gras.* Note de M. **Al. Hébert**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans une Note précédente ([1]) nous avons montré que la poudre de zinc agissant à haute température sur les acides gras saturés, les décomposait d'une part en acide carbonique et eau, d'autre part en hydrogène et en carbures dont la majeure partie est constituée par des carbures éthyléniques à points d'ébullition élevés, et sans relations immédiates avec les

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 633.

corps dont on était parti. Nous avons recherché si cette action était générale tant au point de vue des divers métaux qu'à celui des acides gras, saturés ou non.

» Partant de la stéarine commerciale, que nous avions employée dans notre précédent travail, nous avons essayé successivement l'action du sodium, du magnésium, de l'aluminium, du fer, de l'étain, du cuivre et de l'argent à l'état pulvérisé. Les gaz dégagés étaient composés principalement d'acide carbonique et d'hydrogène; les liquides distillés présentaient toutes les propriétés des carbures éthyléniques. Ils étaient fractionnés et une partie de la portion principale servait à préparer le bromure, dans lequel on dosait le brome. Nous avons constaté que les métaux le plus facilement oxydables : sodium, magnésium, aluminium, zinc, fer, ainsi que l'étain et probablement aussi les autres métaux de leurs familles, réagissent à une température de 350° environ sur les acides gras saturés en donnant des produits gazeux, acide carbonique et gaz combustibles, et des carbures éthyléniques liquides et même solides dont les portions maxima, passant entre 250° et 275°, répondent, d'après l'analyse de leurs bromures, aux formules en C^{22} et jusqu'à C^{28}. Au contraire, les métaux peu oxydables, cuivre, argent et probablement tous les métaux lourds, n'ont pas, dans ces conditions, d'action sur les acides gras saturés, ou du moins n'en provoquent que dans de faibles proportions.

» Recherchant si les acides gras non saturés donnaient lieu à la même réaction, nous avons traité l'oléine commerciale par la poudre de zinc; nous avons obtenu des résultats analogues. La portion principale, passant à 275°-300°, se rapprochait, d'après l'analyse de son bromure, d'un carbure en C^{18}. Les métaux oxydables agissant à haute température sur les acides gras, saturés et non, les décomposent d'une façon semblable et les ramènent à l'état de carbures éthyléniques.

» Hans Jahn, traitant par la poudre de zinc à 350° les acides gras inférieurs, acétique et butyrique, avait obtenu également de l'hydrogène et des carbures éthyléniques, principalement du propylène, et avait constaté la formation intermédiaire de cétones correspondant aux acides employés (*Berichte*, t. XIII, p. 2107). Il était intéressant de vérifier si cette formation avait également lieu avec les acides gras supérieurs et si elle permettait de déceler une relation entre les carbures obtenus et l'acide initial.

» Tout d'abord, il y a, dans cette réaction, non seulement un phénomène de pyrogénation, mais aussi une action spéciale, de la part de certains métaux tout au moins, car l'acide stéarique, chauffé seul à 350°, dans les conditions que nous avons indiquées, distille purement et simplement, presque sans décomposition.

» Nous avons pensé que la décomposition de l'acide gras donnait peut-être naissance à des produits simples, qui ne se polymérisaient que sous l'influence de la haute température à laquelle le mélange était porté; mais, en distillant dans le vide un mélange de stéarine et de magnésium, pour recueillir rapidement les produits formés à une température aussi basse que possible et les soustraire ainsi aux causes thermiques de polymérisation, nous sommes retombé sur les mêmes carbures déjà obtenus, accompagnés d'une assez forte proportion de stéarone. Il semble donc bien que la réaction et la polymérisation des produits formés aient lieu à une température supérieure à celle à laquelle distille la stéarone; ces deux phénomènes sont probablement simultanés.

L'expérience ci-dessus indique cependant la formation intermédiaire de cétones qui donneraient ensuite les carbures.

» Nous nous sommes assuré qu'il en était bien ainsi en chauffant, avec de la poudre de zinc, la stéarone préparée par distillation sèche du stéarate de calcium. Cette opération nous a fourni les carbures obtenus déjà ci-dessus.

» Une autre expérience a été effectuée avec de l'acide laurique $C^{12}H^{24}O^{2}$ et de la poudre de zinc pour chercher à obtenir des produits de décomposition plus simples et pouvant se rattacher à la formule de cet acide; mais on a obtenu des carbures en C^{8}, C^{20} et C^{26} sans lien direct avec la composition de l'acide laurique.

» En résumé, les acides gras, par l'action à haute température des métaux les plus oxydables, sont d'abord transformés en cétones qui sont décomposées à leur tour en donnant principalement naissance à du gaz carbonique, à de l'hydrogène et à des carbures éthyléniques plus ou moins élevés, allant des produits de dégradation aux produits de polymérisation des carbures correspondant aux acides employés. »

CHIMIE. — *Propriétés de la solution de sulfate de soude.* Note de MM. C. **Marie** et R. **Marquis**, présentée par M. Moissan.

« Si l'on admet qu'un sel hydraté conserve ses molécules d'eau lorsqu'il est en dissolution, on est amené aussi à admettre que, si ce sel solide se déshydrate à une certaine température, cette déshydratation doit également se produire lorsque le sel est dissous.

» Un tel phénomène se traduira nécessairement par une variation brusque dans les propriétés de la dissolution du sel étudié.

» En réalité, cette variation brusque n'a pu être observée, ainsi que le rappelle M. Ostwald dans une Note du *Zeitschrift für physikalische Chemie* (¹).

» Les recherches récentes de M. G. Wyrouboff (²), en particulier sur le sulfate de soude, nous ont incités à chercher une nouvelle méthode pour déterminer si, oui ou non, les propriétés de la solution de ce sel subissent une variation particulière vers la température de transformation de $SO^{4}Na^{2}.10H^{2}O$ en $SO^{4}Na^{2}$ anhydre.

» La méthode employée est déduite des considérations suivantes :

» Imaginons une dissolution de $SO^{4}Na^{2}$ d'une concentration telle qu'elle ne puisse

(¹) T. XLII, p. 105.

(²) *Bull. Soc. Chim.*, 1901, p. 105.

jamais être saturée dans les conditions expérimentales choisies, même en présence d'un sel à ion commun, NaCl par exemple. La solubilité de ce dernier sel dans cette dissolution, quelle que soit d'ailleurs sa valeur absolue, devra subir, au point de transformation, une augmentation brusque due à la mise en liberté des molécules d'eau du sulfate à $10H^2O$; dans le cas, au contraire, où le sulfate de soude et ses molécules d'eau de cristallisation ont, au sein de la dissolution, une existence indépendante, on devra obtenir une courbe de solubilité continue.

» Pour nos déterminations, nous avons employé une solution de SO^4Na^2 à 7g,45 de sel anhydre pour 100g de solution. Nous introduisions dans des fioles coniques un poids déterminé (voisin de 100g) de cette solution et nous ajoutions un excès (40g env.) de NaCl pur, sec et finement pulvérisé. Les fioles ainsi préparées et bouchées étaient plongées dans le thermostat décrit tout récemment (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 614) où elles séjournaient pendant plusieurs jours.

» Nous les agitions de temps en temps, et, à des intervalles de plusieurs heures, nous prélevions, au moyen de pipettes à pointe recourbée, une certaine quantité de solution claire que nous faisions écouler dans une fiole tarée pour pouvoir en déterminer le poids. Par une simple évaporation à sec dans une capsule de platine, nous obtenions, après une légère calcination au rouge sombre, le poids total des sels dissous.

» Dans ceux-ci, nous déterminions NaCl, soit à l'état de AgCl, soit en transformant le tout en SO^4Na^2. Les deux méthodes fournissaient, d'ailleurs, des résultats parfaitement identiques.

» Les mesures ont été effectuées entre 14°,8 et 34°,28. Ces limites nous ont paru suffisantes, étant donné que le point de transformation de $SO^4Na^2 10H^2O$ pur est situé, d'après Richards (1), à 32°,38, et s'abaisse, d'après M. Le Chatelier (2), à 16° en présence d'un excès de NaCl.

» Chacun des résultats donnés dans le Tableau suivant représente la moyenne d'au moins quatre déterminations; *ils forment une courbe sans anomalie aucune.*

Températures............	14°,8	17°,9	24°,85	25°,6	27°,75	32°,18	34°,28
NaCl pour 100gr de solution.	23,30	23,33	23,45	23,485	23,525	23,55	23,68

» *Conclusions.* — Ces déterminations démontrent que, entre les limites considérées, qui comprennent certainement la température de transformation du sel, on ne peut observer, dans les conditions expérimentales choisies, aucune variation brusque dans les propriétés de la solution.

» On voit donc, une fois de plus, qu'*il n'y a pas lieu de penser que, dans la solution, le sel subsiste avec les molécules d'eau qui font partie intégrante de sa molécule cristallisée,* considérée à la même température que la solution. »

---

(1) *Zeitschrift für physikalische Chemie,* t. XXVI, p. 690.

(2) *Recherches expérimentales et théoriques sur les équilibres chimiques,* 1888, p. 61.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau procédé de préparation du chlorure plombico-ammoniacal.* Note de MM. A. **Seyewetz** et **P. Trawitz**, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons montré l'intérêt que présente le chlorure plombico-ammoniacal pour la chloruration des carbures aromatiques ([1]).

» Nikoljukin a le premier isolé ce composé à l'état solide. Il faisait digérer en tubes scellés, pendant plusieurs jours, le peroxyde de plomb avec l'acide chlorhydrique; puis, après dissolution, ajoutait au chlorure plombique ainsi formé une solution concentrée et froide de chlorure d'ammonium.

» Classen et Zahorsky ([2]) ont obtenu de meilleurs résultats en faisant digérer pendant 30 à 40 heures le chlore liquide avec le chlorure plombeux en suspension dans l'acide chlorhydrique refroidi extérieurement par la glace, puis en ajoutant à la dissolution de chlorure plombique formé du chlorhydrate d'ammoniaque.

» Le procédé de préparation le plus pratique jusqu'ici et donnant les meilleurs résultats était celui indiqué par Friedrich ([3]). Il consiste à faire passer un courant de chlore sur du chlorure de plomb $PbCl^2$ en suspension dans l'acide chlorhydrique, puis à ajouter au chlorure plombique ainsi formé la quantité théorique de chlorure d'ammonium en solution aqueuse à 10 pour 100. Il se précipite immédiatement un composé cristallisé jaune répondant à la formule $PbCl^4, 2(AzH^4Cl)$. Le rendement en produit pur n'est que de 63 pour 100 de la théorie. Cette méthode est longue, elle nécessite un courant de chlore et ce gaz n'est absorbé qu'incomplètement et assez lentement par la solution chlorhydrique de chlorure de plomb.

» Nous avons pu, dans cette réaction, remplacer l'action d'un courant de chlore par celle du chlore naissant obtenu au moyen d'un composé peroxygéné, le persulfate d'ammoniaque, et l'acide chlorhydrique. D'autre part, nous avons supprimé l'addition de chlorure d'ammonium, l'ammoniaque du persulfate servant à former le chlorure d'ammonium nécessaire à la production du sel double.

» Les réactions que nous avons mises en œuvre peuvent être expliquées par les

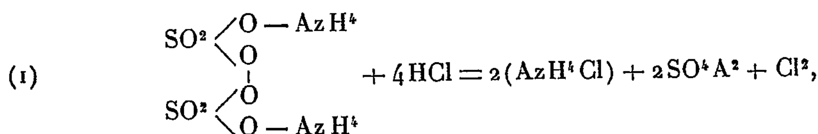
---

([1]) *Comptes rendus,* décembre 1902 et février 1903 et *Journ. d. russ. phys. chem. Ges.*, 1885 (207); *Berichte d. d. ch. Gesel.*, 188 k, 370.

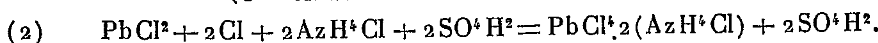
([2]) *Zeitschrift für anorganische Chemie,* t. IV, 1893, p. 102.

([3]) *Monatshefte für Chemie,* t. XIV, 1893, p. 505. *Sitzungsberichte der königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaft.*, 1889 (101).

équations suivantes :

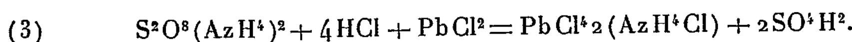


$$(1)\qquad \begin{matrix} SO^2 \begin{cases} O - AzH^4 \\ O \end{cases} \\ | \\ SO^2 \begin{cases} O \\ O - AzH^4 \end{cases} \end{matrix} + 4HCl = 2(AzH^4Cl) + 2SO^4A^2 + Cl^2,$$



$$(2)\qquad PbCl^2 + 2Cl + 2AzH^4Cl + 2SO^4H^2 = PbCl^4.2(AzH^4Cl) + 2SO^4H^2.$$

» Ou en réunissant ces deux équations :



$$(3)\qquad S^2O^8(AzH^4)^2 + 4HCl + PbCl^2 = PbCl^4 2(AzH^4Cl) + 2SO^4H^2.$$

» On remarquera que le persulfate se trouve juste en quantité suffisante pour produire à la fois le chlore et le chlorure d'ammonium nécessaires à la réaction.

» Notre procédé consiste à mettre en suspension, dans un flacon bouché, du chlorure de plomb avec quatre fois la quantité théorique d'acide chlorhydrique correspondant à l'équation précédente (3); puis à ajouter à la température ordinaire, par portions de 15^g à 20^g environ, le persulfate d'ammoniaque en poudre. La température s'élève peu à peu, il faut éviter qu'elle ne dépasse 30°. On emploie la quantité théorique de persulfate d'ammoniaque. Après chaque addition de persulfate, on a soin d'agiter afin de faciliter la dissolution du chlorure plombeux au fur et à mesure de la précipitation du chlorure plombico-ammoniacal. Ce dernier précipite au fur et à mesure de sa formation. La réaction est terminée lorsqu'en prélevant un échantillon du produit solide, ce dernier est entièrement soluble dans une petite quantité d'eau.

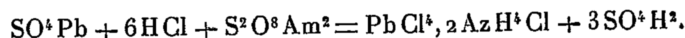
» La transformation du chlorure de plomb est très rapide. En opérant avec 125^g de chlorure $PbCl^2$, 500$^{cm^3}$ d'acide chlorhydrique et 130^g de persulfate, la transformation totale a duré environ 2 heures,

» Le produit obtenu dans ces conditions, après avoir été essoré à la trompe, puis séché sur brique en plâtre, ne renferme que des traces d'acide sulfurique qu'on peut éliminer en le lavant avec un peu d'acide chlorhydrique. Le produit essoré, séché vers 60°, est très pur; il possède toutes les propriétés du composé $PbCl^4, 2(AzH^4Cl)$.

» Nous avons obtenu avec ce procédé un rendement en $PbCl^4 + 2AzH^4Cl$ sensiblement théorique, tandis que le rendement donné par la méthode de Friedrich n'est que de 63° pour 100 de la théorie.

» Ce procédé est d'une facile exécution et permet de préparer rapidement de très grandes quantités de chlorure plombico-ammoniacal.

» *Emploi du sulfate de plomb.* — Nous avons reconnu que, dans la préparation précédente, il n'était pas indispensable d'employer le chlorure de plomb et que le sulfate de plomb conduisait aux mêmes résultats pourvu seulement que l'on double la quantité d'acide chlorhydrique. On peut supposer que la réaction a bien, d'après l'équation suivante,



$$SO^4Pb + 6HCl + S^2O^8Am^2 = PbCl^4, 2AzH^4Cl + 3SO^4H^2.$$

» On obtient également, dans ce cas, sensiblement la quantité théorique de sel plombique. Nous nous proposons d'appliquer ce procédé à la préparation du bromure et de l'iodure plombico-ammoniacal. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons diaminoéthéniques du cadmium.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. H. Moissan.

« Les combinaisons salines du cadmium s'unissent au diaminoéthène (éthylènediamine) et donnent des combinaisons parfaitement définies et qui n'ont pas encore été signalées. Dans cette Note, je ne mentionnerai que la partie de mes recherches relative aux iodures diaminoéthéniques du cadmium.

» Quand on ajoute goutte à goutte à une dissolution aqueuse moyennement concentrée d'iodure de cadmium une dissolution concentrée d'hydrate de diaminoéthène $C^2H^4(AzH^2)^2H^2O$, on observe la formation d'un précipité blanc qui se redissout complètement par l'addition d'un excès de réactif. La liqueur claire, filtrée et abandonnée à elle-même, laisse déposer de belles aiguilles transparentes ayant la forme de prismes à base carrée, répondant à formule $CdI^2, 4C^2H^4(AzH^2)^2$.

» Cette combinaison, que je désignerai sous le nom d'*iodure de tétradiaminoéthène cadmium,* n'est stable que dans le milieu où elle prend naissance; en effet, lorsqu'on la traite par l'eau froide, on voit les aiguilles transparentes devenir opaques et se résoudre en une poudre cristalline, peu soluble dans l'eau froide.

» Si l'on chauffe légèrement, cette poudre se dissout et, par refroidissement, la solution laisse déposer de gros cristaux de forme octaédrique, durs et brillants, qui possèdent la formule $2CdI^2, 4C^2H^4(AzH^2)^2$. C'est l'iodure de tétradiaminoéthène de cadmium.

» Ce nouvel iodure, beaucoup plus stable que l'iodure monocadmique décrit ci-dessus, se décompose néanmoins lentement sous l'influence de l'eau bouillante, en perdant du diaminoéthène et en donnant deux autres iodures que l'on retrouve dans les eaux mères provenant des cristallisations répétées de l'iodure de tétradiaminoéthène-dicadmium.

» Par concentration de ces eaux mères, il se dépose de longues aiguilles blanches, opaques, d'un corps répondant à la formule $2CdI^2, 3C^2H^4(AzH^2)^2$, et qui constitue l'iodure de tridiaminoéthène-dicadmium.

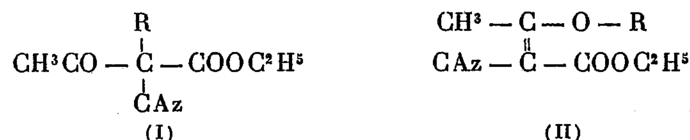
» Enfin, en concentrant davantage, on obtient des cristaux blancs, opaques, affectant la forme de tétraèdres et possédant la même composition que l'iodure de tétradiaminoéthène-dicadmium, dont ils diffèrent cependant par la forme cristalline et par la solubilité.

» Ces deux combinaisons sont isomériques ou polymériques; il m'est

impossible de trancher la question, car je n'ai pas pu déterminer la grandeur moléculaire de ces corps. Cependant, comme tous ces iodures dérivent du premier par perte progressive de diaminoéthène, j'admettrai pour ce dernier la formule $CdI^2, 2C^2H^4(AzH^2)^2$, qui est celle de l'iodure de bidiaminoéthène-cadmium. J'étudie comparativement l'action du diaminoéthène sur l'iodure de zinc. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux dérivés des éthers acylcyanacétiques.* Note de M. **Ch. Schmitt**, présentée par M. A. Haller.

« En faisant réagir les iodures alcooliques sur les sels d'argent des éthers acylcyanacétiques M. A. Haller [1], puis MM. A. Haller et G. Blanc [2] ont obtenu des dérivés auxquels on peut attribuer soit la formule méthilénique (I) soit la formule énolique (II) :

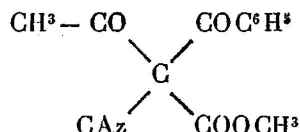


» L'ammoniaque donnant naissance à des dérivés aminés de formule

$$\begin{matrix} R - C - AzH^2 \\ CAz - \overset{\|}{C} - COOC^2H^5 \end{matrix},$$

MM. Haller et Blanc considèrent ces corps comme des composés énoliques.

» L'action des chlorures d'acides sur les mêmes sels nous a conduit à des composés analogues, pour lesquels la formule énolique s'impose également. En effet, si pour l'acétylbenzoylcyanacétate de méthyle nous adoptons la formule dicétonique



nous devrions avoir un seul et même corps, que nous partions du benzoylcyanacétate de méthyle argentique et du chlorure d'acétyle ou de l'acétylcyanacétate de méthyle argentique et du chlorure de benzoyle. Or, comme on le verra plus loin, nous obtenons dans le premier cas le β-phényl-

(1) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXI, 1900, p. 1221.
(2) A. Haller et G. Blanc, *Ibid.*, p. 1591.

β-acétoxy α-cyanacrylate de méthyle F. 89° (I), et dans le second le β-méthyl β-benzoyloxy α-cyanacrylate de méthyle F. 61°,5 (II) :

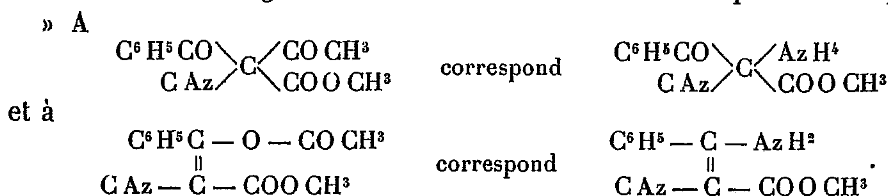


$$\begin{matrix} C^6H^5-C-O-CO-CH^3 \\ \| \\ CAz-C-COOCH^3 \\ (I) \end{matrix} \qquad \begin{matrix} CH^3-C-O-COC^6H^5 \\ \| \\ CAz-C-COOCH^3 \\ (II) \end{matrix}$$

» Cela est, du reste, conforme à la loi de Claisen; l'introduction de radicaux négatifs favorise l'énolisation.

» Nos dérivés acylés diffèrent des dérivés alcoylés de MM. Haller et Blanc par leur manière de se conduire vis-à-vis de l'ammoniaque. Les dérivés alcoylés donnent intégralement l'amine correspondant au composé cyané dont on est parti; les dérivés acylés donnent en outre et surtout le sel ammoniacal. Ils réagissent sous les deux formes méthinique et énolique.

» A



$$\begin{matrix} C^6H^5CO \\ CAz \end{matrix} > C < \begin{matrix} COCH^3 \\ COOCH^3 \end{matrix} \quad \text{correspond} \quad \begin{matrix} C^6H^5CO \\ CAz \end{matrix} > C < \begin{matrix} AzH^4 \\ COOCH^3 \end{matrix}$$

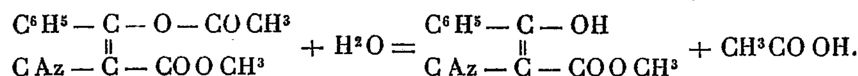
et à

$$\begin{matrix} C^6H^5C-O-COCH^3 \\ \| \\ CAz-C-COOCH^3 \end{matrix} \quad \text{correspond} \quad \begin{matrix} C^6H^5-C-AzH^2 \\ \| \\ CAz-C-COOCH^3 \end{matrix}.$$

» Les corps que nous avons obtenus cristallisés jusqu'à présent sont :

le *β-phényl β-acétoxy α-cyanacrylate de méthyle :* $\begin{matrix} C^6H^5-C-O-COCH^3 \\ \| \\ CAz-C-COOCH^3 \end{matrix}$ préparé par action de CH^3COCl sur $C^6H^5-C-OAg=CCAz-COOCH^3$. — Beaux cristaux clinorhombiques F. 89°. — Très solubles dans le chloroforme, l'acétone, l'alcool, moins solubles dans l'éther, la benzine, très peu solubles dans le toluène, insolubles dans la ligroïne.

» Cet éther est très rapidement saponifié par l'eau à l'ébullition, par les alcalis et les acides. On obtient, à la condition de ne pas prolonger trop longtemps l'action de ces réactifs, de l'acide acétique et l'éther benzoylcyanacétique F. 74°.



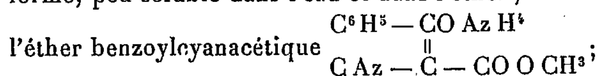
$$\begin{matrix} C^6H^5-C-O-COCH^3 \\ \| \\ CAz-C-COOCH^3 \end{matrix} + H^2O = \begin{matrix} C^6H^5-C-OH \\ \| \\ CAz-C-COOCH^3 \end{matrix} + CH^3COOH.$$

» Si on l'abandonne au contact d'une solution aqueuse de potasse jusqu'à dissolution complète, ce qui demande une quinzaine de jours, on trouve, à la place du benzoylcyanacétate de méthyle, ses produits de décomposition sous l'action de l'eau, c'est-à-dire de la cyanacétophénone, de l'acide benzoïque et de l'acide acétique [1].

» L'ammoniaque se conduit de la même façon, qu'on l'emploie en solution aqueuse ou méthylique, ou sous forme de gaz bien sec réagissant sur le corps en solution éthérée ou chloroformique. A côté de faibles quantités de dérivés amidés F. 181°-182° et de formule $\begin{matrix} C^6H^5-C-AzH^2 \\ \| \\ CAz-C-COOCH^3 \end{matrix}$ très soluble dans l'alcool, l'acétone, le chloro-

(1) A. Haller, *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XLVIII, p. 23.

forme, peu soluble dans l'eau et dans l'éther; on obtient surtout le sel ammoniacal de l'éther benzoylcyanacétique



$$\begin{array}{l} C^6H^5 - CO\,Az\,H^4 \\ \quad\quad \| \\ C\,Az - C - CO\,O\,CH^3 \end{array};$$

le β-*méthyl* β-*benzoyloxy* α-*cyanacrylate de méthyle* : $\begin{array}{l} CH^3 - CO - CO\,C^6H^5 \\ \quad\quad\quad \| \\ C\,Az - C - CO\,O\,CH^3 \end{array}$ obtenu par action de $C^6H^5CO\,Cl$ sur $CH^3CO\,Ag = C\,C\,Az\,CO\,O\,CH^3$.

» Petites aiguilles fines F. 61°,5 et donnant par les réactifs hydratants : l'acétylcyanacétate de méthyle F. 46°,5 et de l'acide benzoïque et par l'ammoniaque l'amidoacétylcyanacétate de méthyle F. 181°,5 déjà décrit par Held [1] et obtenu par M. A. Haller au moyen de son dérivé acylalcoylé et en grande quantité le sel ammoniacal de l'éther acétylcyanacétique.

» β-*phenyl* β-*benzoyloxy* α-*cyanacrylate de méthyle* : $\begin{array}{l} C^6H^5 - C - O\,CO\,C^6H^5 \\ \quad\quad\quad \| \\ CAz - C - COOCH^3 \end{array}$. — Belles tables clinorhombiques F. 83°.

» β-*phényl* β-*benzoyloxy* α-*cyanacrylate d'éthyle* : $\begin{array}{l} C^6H^5 - C - O\,CO\,C^6H^5 \\ \quad\quad\quad \| \\ CAz - C - CO\,O\,C^2H^5 \end{array}$. — F. 78°-79°.

» Nous avons en outre préparé quelques composés alcoylés de la série de ceux de MM. Haller et Blanc; ce sont :

» Le β-*phényl* α-*méthoxy* α-*cyanacrylate de méthyle* : $\begin{array}{l} C^6H^5 - C - O\,CH^3 \\ \quad\quad\quad \| \\ C\,Az - C - CO\,O\,CH^3 \end{array}$. — F. 127°-128°.

» Le β-*phényl* β-*méthoxy* α-*cyanacrylate d'éthyle* : $\begin{array}{l} C^9H^5 - C - O\,CH^3 \\ \quad\quad\quad \| \\ C\,Az - C^4 - CO\,O\,C^2H^5 \end{array}$. — F. 101°5.

» Le β-*phényl* β-*propyloxy* α-*cyanacrylate de méthyle* : $\begin{array}{l} C^6H^5 - C - OC^3H^7 \\ \quad\quad\quad \| \\ C\,Az - C - CO\,O\,CH^3 \end{array}$. — F. 84°,

» Qui donnent avec un rendement quantitatif les dérivés amidés suivants :

» $\begin{array}{l} C^6H^5 - C - Az\,H^2 \\ \quad\quad\quad \| \\ C\,Az - C - CO\,O\,CH^3 \end{array}$: *Amidobenzoylcyanacétate de méthyle.* — F. 181°-182°.

» $\begin{array}{l} C^6H^5 - C - Az\,H^2 \\ \quad\quad\quad \| \\ C\,Az - C - CO\,O\,C^2H^5 \end{array}$: *Amidobenzoylcyanacétate de méthyle.* — F. 125°. Déjà obtenu par M. Haller.

» $\begin{array}{l} C^6H^5 - C - Az\,H\,C^2H^5 \\ \quad\quad\quad \| \\ C\,Az - C - CO\,O\,CH^3 \end{array}$: *Ethylamidobenzoylcyanacétate de méthyle.* — F. 123°.

» Nous poursuivons l'étude de ces corps, de leurs homologues et de leurs dérivés. »

---

(1) Held, *Thèse Fac. des Sc. Paris*, 1888.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthylation et condensation du glutaconate d'éthyle.* Note de M. **E.-E. Blaise**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une précédente Communication, j'ai montré qu'en réduisant par l'acide iodhydrique l'acide diméthylglutaconique préparé par méthylation de l'éther glutaconique, il se forme de l'acide 2-4-diméthylglutarique maléinoïde. Ayant trouvé dans la réduction de l'éther acétonedicarbonique, puis la déshydratation de l'acide β-oxyglutarique formé une méthode pratique pour la préparation de quantités notables d'acide glutaconique, j'ai pu reprendre avec précision l'étude de la méthylation de l'éther glutaconique. Les résultats de ces nouvelles recherches qui confirment d'ailleurs ceux que j'ai obtenus antérieurement, m'obligent cependant à modifier mes conclusions. En effet, si l'acide diméthylglutaconique de méthylation donne, par réduction, l'acide diméthylglutarique 2-4 maléinoïde, ce n'est pas par suite de la transposition d'un groupe méthyle, mais bien parce qu'il renferme de l'acide diméthylglutaconique 2-4.

» La méthylation du glutaconate d'éthyle dans les conditions où elle est le plus simple, c'est-à-dire à 0°, comme je l'ai précédemment indiqué, fournit un éther diméthylglutaconique bouillant à 130° sous 14^{mm} et dont la saponification conduit à un acide brut solide. Cet acide est, en réalité, un mélange, et les proportions des acides isomères qui le constituent varient d'ailleurs d'une opération à l'autre sans qu'il soit possible d'indiquer les raisons précises de ces variations. Dans le cas général, on peut isoler de ce mélange les acides diméthylglutaconique 2-2 cis- et trans-, et l'acide diméthylglutaconique 2-4, fusible à 147°. La majeure partie de l'acide 2-2-diméthylglutaconique trans-, moins soluble, peut être séparée par cristallisations successives dans l'eau bouillante. On obtient ainsi un acide fusible à 163° et identique à celui que M. Perkin a obtenu en déshydratant l'acide 2-2-diméthyl-β-oxyglutarique (W.-H. Perkin et A.-E. Smith, *Chem. Soc.*, t. LXXXIII, p. 8). Le reste de l'acide trans-, l'acide cis- et l'acide 2-4-diméthylglutaconique ne peuvent être isolés que par évaporation spontanée de leur solution aqueuse saturée à la température ordinaire, et triage mécanique des cristaux qui se déposent. L'acide cis- fond à 134°-135° et l'acide diméthylé 2-4, à 147°. Le premier est identique à l'acide cis-, obtenu par M. Perkin, car il donne un bromure fusible à 152° et un acide phénylamidé qui fond à 162°. Le second, d'autre part, est identique à l'acide 2-4-dimé-

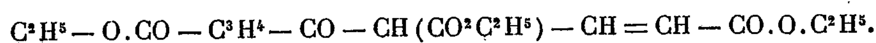
thylglutaconique préparé par M. Reformatsky (*Centralblatt*, t. II, 1898, p. 866), c'est aussi le plus abondant.

» Il est intéressant de constater que l'acide glutaconique, dont la molécule est dissymétrique, peut se méthyler symétriquement. J'ai d'ailleurs vérifié que l'éther glutaconique ne possède que deux atomes d'hydrogène acides; il ne fournit, en effet, dans aucune condition de dérivé triméthylé.

» Lorsqu'on rectifie l'éther diméthylglutaconique brut, on obtient un résidu liquide qui bout avec légère décomposition à 224°-226°, sous 15^{mm}. D'autre part, la solution aqueuse de l'iodure alcalin qui prend naissance dans la méthylation, acidifiée par l'acide sulfurique, laisse déposer une huile qui se prend rapidement en une masse solide. Ces deux corps, qui ne se forment qu'en très petite quantité quand on effectue la méthylation à froid, sont, au contraire, les produits principaux de la réaction, lorsqu'on opère à chaud, comme l'a fait M. Henrich. (*Monatshefte*, t. XX, p. 556). Pour établir leur constitution, j'ai été amené à étudier l'action de l'éthylate de sodium sur le glutaconate d'éthyle.

» Lorsqu'on chauffe, pendant une demi-heure, au bain-marie, 2 molécules d'éther glutaconique avec de l'alcool absolu renfermant 1 atome de sodium, le produit de la réaction, qui possède une belle fluorescence verte, se prend en une masse solide qu'on purifie par recristallisation dans l'éther de pétrole, quand on le verse dans l'acide chlorhydrique très étendu.

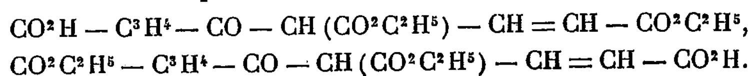
» Le corps ainsi obtenu fond à 77°-78°. Sa solution alcoolique est colorée en bleu par le perchlorure de fer. Il est soluble dans les carbonates alcalins et surtout dans les alcalis caustiques; titré dans l'alcool absolu, il se comporte comme monobasique. Il donne une phénylhydrazone fusible à 126°-127° et sa saponification par les acides minéraux s'effectue avec dégagement d'acide carbonique. Toutes ces réactions le caractérisent donc comme un éther β-cétonique. Comme il répond d'ailleurs à la formule $C^{16}H^{22}O^7$, il doit constituer le glutaconylglutaconate d'éthyle



$$C^2H^5 - O.CO - C^3H^4 - CO - CH(CO^2C^2H^5) - CH = CH - CO.O.C^2H^5.$$

» Ce produit est identique au corps solide qui se forme dans la méthylation de l'éther glutaconique.

» La saponification du glutaconylglutaconate d'éthyle par les acides minéraux donne un acide monobasique : $C^8H^{12}O^4$. Cet acide perd très facilement une molécule d'eau et fond, anhydre, à 66°. Il ne donne pas de semicarbazone. La saponification par les alcalis, à froid, fournit le glutaconylglutaconate diéthylique, fusible à 98°-99°, et qui, colorable encore en bleu par le perchlorure de fer, doit posséder la fonction β-cétonique. Ce di-éther répond donc à l'une des formules suivantes



$$CO^2H - C^3H^4 - CO - CH(CO^2C^2H^5) - CH = CH - CO^2C^2H^5,$$
$$CO^2C^2H^5 - C^3H^4 - CO - CH(CO^2C^2H^5) - CH = CH - CO^2H.$$

» Ce corps, titré en solution dans l'alcool absolu, se comporte comme bibasique.

» Enfin, lorsque l'on effectue la saponification du glutaconylglutaconate d'éthyle par les alcalis, à chaud, sans trop la prolonger, on obtient le glutaconylglutaconate monoéthylique. Ce corps, chauffé lentement, fond vers 178°, mais il fond en réalité à 218°-220°, en se décomposant. Sa solution alcoolique est colorée en bleu vert par le perchlorure de fer, et il se comporte comme tribasique, lorsqu'on le titre en solution dans l'alcool absolu. Sa formule doit donc être la suivante



$$CO^2H - C^3H^4 - CO - CH(CO^2C^2H^5) - CH = CH - CO^2H.$$

» C'est sans doute là le produit insoluble dans le toluène qu'a obtenu M. Henrich.

» Quant au produit liquide qui prend également naissance dans la méthylation, il constitue très probablement le méthylglutaconylglutaconate d'éthyle. En effet, ce corps ne colore plus le perchlorure de fer, il est insoluble dans les alcalis et se comporte, par conséquent, comme un éther β-cétonique disubstitué en α. On peut, d'ailleurs, l'obtenir par méthylation du glutaconylglutaconate d'éthyle. Il donne une phénylhydrazone liquide.

» Les recherches précédentes montrent combien est complexe la méthylation du glutaconate d'éthyle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le tétraphénylbutanediol et ses produits de déshydratation*. Note de M. **Amand Valeur.**

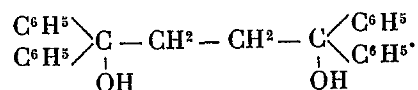
« J'ai montré antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 833) que les dérivés organo-magnésiens de la forme $Mg\langle{R \atop X}$ (R étant un radical alcoolique) réagissent sur les éthers-sels des acides bibasiques en donnant naissance à des glycols bitertiaires.

» J'ai repris l'étude de cette réaction avec le bromure de phénylmagnésium C^6H^5MgBr de MM. Tissier et Grignard (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1182).

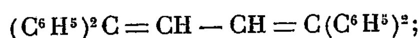
» J'ai constaté d'abord que, dans toutes les réactions où l'on met en œuvre ce composé, il se forme toujours une certaine quantité de diphényle $C^6H^5 - C^6H^5$, par suite d'une réaction secondaire analogue à celle que MM. Tissier et Grignard (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 835) et Blaise (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 839) ont signalée pour les composés de la série grasse.

» L'action de C^6H^5MgBr sur l'oxalate de méthyle m'a fourni la benzopinacone $(C^6H^5)^2C(OH) - C(OH)(C^6H^5)^2$. Le même réactif transforme le succinate d'éthyle en un composé $C^{28}H^{26}O^2$, fusible à 208°, cristallisant dans l'acétone en retenant une molécule de ce solvant, et qui doit être nécessairement considéré comme le tétraphé-

nylbutanediol



» Par simple action de l'acide acétique bouillant, ce glycol perd une molécule d'eau, en donnant naissance à un anhydride fusible à 182° et répondant à la formule $C^{28}H^{24}O$; enfin, si l'on chauffe le glycol ou son anhydride avec de l'acide acétique additionné de $\frac{1}{10}$ d'acide chlorhydrique ou de $\frac{1}{15}$ d'acide sulfurique, une seconde molécule d'eau est éliminée, et l'on obtient un hydrocarbure $C^{28}H^{22}$ cristallisant dans l'acide acétique en un feutrage de longues aiguilles à reflet violacé, fusible à 202°. Ce carbure doit être considéré comme étant le tétraphénylbutadiène



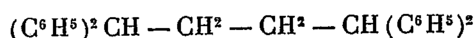
$$(C^6H^5)^2C = CH - CH = C(C^6H^5)^2;$$

en effet, l'oxydation par le permanganate acide, ou mieux par l'acide chromique en solution acétique, le scinde en anhydride carbonique et benzo-phénone



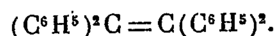
$$C^6H^5 - CO - C^6H^5;$$

d'autre part la réduction par le sodium et l'alcool amylique bouillant le transforme en un carbure $C^{28}H^{26}$ fondant à 121°, le tétraphénylbutane :



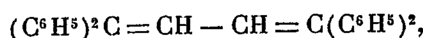
$$(C^6H^5)^2CH - CH^2 - CH^2 - CH(C^6H^5)^2$$

» Bien que possédant deux doubles liaisons, le tétraphénylbutadiène ne fixe cependant pas le brome par addition, semblable en cela au tétraphényléthylène



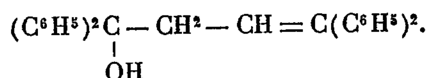
$$(C^6H^5)^2C = C(C^6H^5)^2.$$

» Le tétraphénylbutanediol $(C^6H^5)^2C(OH) - CH^2 - CH^2 - C(OH)(C^6H^5)^2$ donnant naissance par perte de 2^{mol} d'eau au tétraphénylbutadiène



$$(C^6H^5)^2C = CH - CH = C(C^6H^5)^2,$$

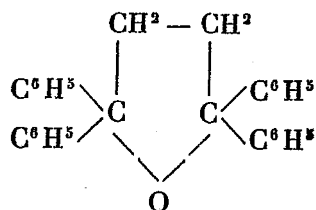
il semble que l'anhydride fusible à 182°, dérivant de ce même glycol par perte de 1^{mol} d'eau, doive être considéré comme un tétraphénylbutèneol



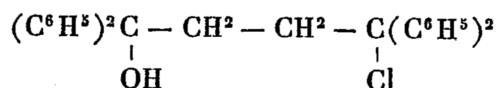
Il n'en est rien. Ce composé se comporte, en effet, comme saturé; il est difficilement oxydable et, d'autre part, l'action du sodium dans l'alcool amylique bouillant le laisse inaltéré.

» Ces faits s'interprètent facilement, en admettant que la première déshydratation se produit entre les deux fonctions alcool tertiaire, en don-

nant naissance au tétraphényltétrahydrofurfurane



» Ce noyau s'ouvrirait par l'action de l'acide chlorhydrique en solution acétique avec formation d'un alcool chloré instable



qui, par perte de HCl et de H^2O, donnerait naissance au tétraphénylbutadiène $(C^6H^5)^2C = CH - CH = C(C^6H^5)^2$. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la distribution dans l'organisme et de l'élimination de l'arsenic médicamenteux à l'état de méthylarsinate de soude.* Note de M. A. **Mouneyrat**. (Extrait.)

« J'ai eu l'occasion de signaler, l'an dernier, le mode d'élimination urinaire du méthylarsinate de soude, ainsi que sa distribution dans l'organisme. J'ai, depuis, complété mes recherches en les répétant un plus grand nombre de fois.

» Et d'abord, comme je détruisais mes matières organiques par la méthode de M. Armand Gautier (acide azotique + acide sulfurique), j'ai dû vérifier préalablement que le méthylarsinate de soude était oxydé par ce mélange d'acides.

» Je suis arrivé à cette conclusion, que l'arsenic, introduit dans l'organisme à l'état de méthylarsinate disodique, ne s'accumule dans aucun organe : ceux-ci en renferment des quantiités variables, mais toujours faibles. On est conduit à les ranger, au point de vue de leur teneur décroissante en arsenic, dans l'ordre suivant :

» Peau et poils, poumons, globules sanguins, muscles, plasma sanguin, cerveau, foie, rein, rate, bile.

» Quant au mode d'élimination urinaire, des expériences faites sur

moi-même m'ont conduit à cette conclusion que, quelle que soit la dose d'arsenic absorbé (dose non toxique bien entendu) à l'état de méthylarsinate de soude, il y a un maximum d'élimination dans les quatre ou cinq premières heures qui suivent l'ingestion; puis, à partir de ce moment, l'excrétion, pour un même laps de temps, va progressivement en diminuant. Au bout de 24 heures, les $\frac{3}{5}$ du produit environ sont éliminés. On retrouve encore de l'arsenic le trentième jour qui suit l'absorption.

» *En résumé*, il résulte de mes expériences que le méthylarsinate de soude n'a pas de tendance à s'emmagasiner dans les organes et que, quelle que soit la dose absorbée, l'organisme n'en retient qu'une quantité très faible, laquelle ne s'élimine complètement qu'au bout du trentième jour qui suit l'ingestion. »

HISTOLOGIE. — *Sur les transformations et les végétations épithéliales que provoquent les lésions mécaniques des tissus sous-cutanés* (1). Note de M. **Éd. Retterer**, présentée par M. Lannelongue.

« Parallèlement à la peau du métatarse, j'ai étudié d'autres régions cutanées, ainsi que certaines membranes muqueuses, après les avoir modifiées par l'expérimentation, selon la méthode que j'ai décrite dans une Note antérieure (2).

» C'est sur la région périnéo-vaginale du cobaye que j'ai appliqué le procédé, en séparant, par décollement, la peau du périnée d'une part, la muqueuse vaginale, de l'autre, des tissus sous-jacents. Les décollements, répétés de 3 jours en 3 jours, déterminent ici de la tuméfaction, de la rougeur et augmentent la sensibilité des parties; ils y entretiennent ainsi un processus phlegmasique chronique.

» Voici, en deux mots, la structure de la région sur l'animal normal : la peau périnéale possède un derme papillaire (papilles hautes de $0^{mm},5$); l'épiderme, qui est corné, est épais de 140^{μ} à 200^{μ}. Cette peau est riche en follicules pileux et en glandes sébacées. A partir du bord libre de la cloison périnéo-vaginale, les follicules pileux et les glandes sébacées disparaissent, mais, sur une étendue de 1^{mm} environ, le derme est papillaire et est revêtu d'un épithélium pavimenteux stratifié, épais de 140^{μ}. A cette *zone de transition* fait suite la muqueuse vaginale, dont le segment distal (long de 1^{cm} environ) possède un chorion lisse, revêtu d'un épithélium, qui, à peine épais de $0^{mm},02$ à $0^{mm},05$, est composé de quelques assises de cellules nucléées aplaties selon la surface de la muqueuse.

(1) Cette Note a été présentée dans la séance du 9 mars 1903.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 511.

» *Résultats expérimentaux.* — Dès les premiers décollements, l'épithélium réagit énergiquement contre l'irritation consécutive à la lésion mécanique ou à la nécrose du tissu conjonctif : les premiers phénomènes que l'on observe consistent dans l'hypernutrition, la prolifération et l'hypertrophie des cellules épithéliales telles que je les ai décrites en détail dans la Note sus-mentionnée. Les modifications de l'épithélium vaginal sont plus accentuées que celles de l'épiderme : après s'être hypertrophiées, les cellules épithéliales du vagin acquièrent un cytoplasma qui se différencie en réticulum chromophile et en substance *muqueuse*, contenue dans les mailles du réticulum. Le revêtement du segment distal du vagin devient peu à peu muqueux jusqu'à la zone de transition. Il suffit d'un ou de deux décollements pour voir l'épithélium de revêtement devenir le point de départ de végétations épithéliales qui se ramifient et poussent dans la profondeur (voir plus loin).

» Entre les vingtième et trentième jour (sixième à neuvième décollement), l'épiderme atteint déjà une épaisseur de $0^{mm},6$ dans les zones périnéale et de transition; les assises de cellules muqueuses du vagin augmentent dans les mêmes proportions.

» Dans la zone de transition, les végétations épithéliales arrivent à acquérir des dimensions de plusieurs millimètres, et leur centre montre des agglomérations de cellules tassées concentriquement comme les écailles d'un oignon (*globes épidermiques*). Nombre de ces cellules centrales dégénèrent, de façon à présenter avec un noyau chromatique, un gros corps cellulaire, clair, peu colorable, et à s'entourer d'une membrane à contour net; elles rappellent, en un mot, par leur forme, certains sporozoaires avec lesquels on pourrait les confondre.

» Sur les cobayes opérés 13 fois en 37 jours, l'épaississement de l'épiderme, des follicules pileux et des glandes sébacées est plus prononcé encore. Les végétations épithéliales qui partent du revêtement épithélial de la zone de transition ont augmenté de nombre et de volume. La muqueuse vaginale en présente également, les unes formées de cellules muqueuses, les autres d'épithélium pavimenteux stratifié, avec des globes épidermiques en leur centre.

» Les végétations épithéliales offrent, dans leur évolution, plusieurs caractères qu'on observe dans le développement de divers organes (amygdales, sabot) : 1° *à leur périphérie,* la couche basilaire, très épaisse, est composée d'un cytoplasma commun à nombreux noyaux. C'est de cette couche que partent les bourgeons secondaires qui, à leur début, sont uniquement constitués par du cytoplasma multinucléé (*néoformations atypiques* des auteurs); 2° *dans leur partie moyenne,* les végétations sont formées de cellules malpighiennes à réticulum chromophile et anastomosé entre cellules voisines; 3° *au centre,* les végétations montrent de nombreux globes épidermiques.

» Quant au *revêtement épithélial du vagin,* il est devenu épais de $0^{mm},2$; ses couches profondes se sont en partie transformées en tissu conjonctif, c'est-à-dire en *papilles.* Au corps réticulé de Malpighi fait suite, vers la lumière du vagin, une lame *cornée* de $0^{mm},04$, qui s'est développée entre lui et la couche de cellules muqueuses que nous avons signalée plus haut. L'épaisseur de la couche muqueuse, sus-jacente à la lame cornée, varie entre $0^{mm},1$ et $0^{mm},2$.

» La transformation *cornée* des cellules malpighiennes s'effectue de la façon suivante : le noyau de la cellule malpighienne persiste dans certaines d'entre elles en

restant chromatique; le cytoplasma devient homogène et se kératinise en même temps que les cellules s'aplatissent et se fusionnent en lamelles cornées. Sur de nombreux points, le revêtement de cellules muqueuses se fluidifie et disparaît, tandis que le noyau, avec un mince manteau chromophile, se transforme en leucocyte.

» *En résumé,* la destruction mécanique des tissus dermique et sous-dermique entraîne une phlegmasie chronique, caractérisée essentiellement par l'hypernutrition, l'hyperplasie et l'hypertrophie du revêtement épithélial.

» Si la lésion porte sur le chorion de la muqueuse vaginale, elle modifie la structure du protoplasma épithélial et change l'évolution des cellules épithéliales qui se convertissent en éléments muqueux (*métaplasie* des uns, *métatypie* des autres). Si l'on prolonge l'irritation des tissus sous-dermiques, les cellules malpighiennes se mettent à évoluer dans un sens encore différent : leur protoplasma élabore de la substance cornée (*leucoplasie* des muqueuses).

» Outre ces changements, qui se passent dans le revêtement superficiel, il se développe des végétations épithéliales qui partent de la face profonde de l'épithélium sous la forme de masses pleines ou creuses; en proliférant, ces végétations émettent des bourgeons secondaires qui s'avancent dans la profondeur.

» En un mot, les modifications et les altérations évolutives qu'on produit expérimentalement sur les épithéliums, en agissant sur les tissus souscutanés, créent, chez les animaux, des états organiques et des néoformations qui sont, au point de vue histologique du moins, l'image de nombreux processus morbides et de certains néoplasmes à leur début (leucoplasie, métaplasie, adénomes, hyperplasies papillomateuses, épithéliomas, etc.). »

PALÉONTOLOGIE. — *Le Pteraspis dans l'Ardenne.*
Note de M. **Louis Dollo**, présentée par M. Alfred Giard.

« I. Dans la séance du 2 de ce mois, M. J. Gosselet annonçait à l'Académie la découverte de Poissons du genre *Pteraspis,* ou d'un genre voisin, dans le Gedinnien (Dévonien inférieur) de Liévin (Pas-de-Calais). Il disait notamment : « Les *Pteraspis* sont très communs dans le Grès Rouge (Old » Red Sandstone) d'Ecosse et d'Angleterre, mais c'est la première fois qu'on » les trouve dans l'Ardenne ou dans ses prolongements occidentaux ».

» II. A ce propos, il ne sera pas sans intérêt de signaler, ici, que le Musée de Bruxelles a acquis, récemment, de M. C. Malaise, des restes de

Pteraspis provenant précisément du Gedinnien de l'Ardenne; plus exactement, du hameau de Glaireuse, commune de Villance, près de Saint-Hubert, dans la province de Luxembourg.

» III. Il s'agit, entre autres pièces, du bouclier ventral d'une espèce que M. A.-S. Woodward, du British Museum, à qui j'ai soumis nos fossiles, n'a pu identifier, ni avec le *Pteraspis rostrata*, ni avec le *Pteraspis Crouchi*, de la Grande-Bretagne.

» C'est, probablement, le *Pteraspis dunensis* du Dévonien inférieur de l'Eifel.

» IV. Puisque j'ai été amené, par la Communication de M. Gosselet, à entretenir l'Académie des *Ostracodermes* de la Belgique, je désirerais ajouter quelques mots sur un point fondamental de l'organisation des Ostracodermes en général, point au sujet duquel les paléontologistes sont divisés.

» Sont-ce des Vertébrés agnathes ou des Vertébrés gnathostomes? *Agnathes*, déclarent les uns (Cope, Dean, Woodward), car on n'en a jamais trouvé les mâchoires. *Gnathostomes*, soutiennent les autres (Traquair), car les mâchoires étaient cartilagineuses et elles ont disparu par la putréfaction.

» Les premiers, cependant, pourraient bien avoir raison. En effet, non seulement on n'a jamais vu les mâchoires des Ostracodermes, mais on n'a, non plus, jamais constaté, chez eux, la présence de dents d'aucune nature (Traquair). Or, les dents primordiales (écailles placoïdes buccales) sont, phylogéniquement, plus anciennes que les mâchoires (C. Gegenbaur, *Grundriss*, p. 574). Et c'est l'apparition de celles-ci qui a provoqué la spécialisation de celles-là en dents proprement dites. Donc, si les Ostracodermes avaient eu des mâchoires, fût-ce cartilagineuses, on aurait dû rencontrer leurs dents. Ce qui n'est pas, jusqu'à ce jour, malgré le grand nombre d'échantillons examinés. Il semble, dès lors, que les Ostracodermes étaient des Vertébrés agnathes.

» Pour prouver le contraire, il faudrait : ou mettre en évidence les mâchoires elles-mêmes, ou démontrer l'existence de dents différenciées de telle manière qu'on ne puisse pas douter qu'elles aient été portées par des mâchoires.

» Quant à supposer que les Ostracodermes (les plus anciens Vertébrés connus) avaient, déjà, tous, perdu leurs dents, c'est une chose qu'on acceptera difficilement.

» De ce que ces animaux auraient été des Vertébrés agnathes, en

résulte-t-il maintenant qu'ils soient des Cyclostomes? Nullement. D'abord, il y a lieu de distinguer l'Agnathisme primaire et l'Agnathisme secondaire (Huxley, Howes). Et, ensuite, il n'est pas du tout certain que les Ostracodermes fussent monorhiniens (Lankester). Mais ils montrent des affinités avec les Elasmobranches (Traquair). Pourquoi non? Sont-ce, nécessairement, pour cela, des Elasmobranches à dentition dégénérée?

» Et les Ostracodermes les plus primitifs (*Cœlolepidæ*) ne pourraient-ils représenter les ancêtres prégnathostomes (qu'on ne peut éviter d'admettre, dans un passé plus ou moins lointain) des Elasmobranches typiques, comme ils seraient ceux des Ostracodermes très évolués (exemple : *Pteraspidæ*, Traquair)? D'autant plus que les Cladodontes et les Pleuracanthides ne sont pas les formes-souches des autres Chondroptérygiens. Leur structure, de même que leur âge géologique, s'y oppose absolument.

» Je ne prétends pas résoudre, par ces lignes, l'importante et difficile question que j'ai soulevée. Pourtant, je crois qu'il n'est pas possible, en la traitant, de faire abstraction des considérations que je viens de développer. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Augmentation réflexe de sécrétion biliaire par introduction d'acide dans le duodéno-jéjunum.* Note de M. **C. Fleig.**

« L'augmentation de la sécrétion biliaire, que l'on produit par injection intraveineuse de macération acide de muqueuse duodéno-jéjunale, peut aussi, selon les recherches de Enriquez et Hallion, s'obtenir par l'introduction directe d'une solution de HCl dans le duodénum ([1]). Les auteurs attirent en même temps l'attention sur l'identité entre les divers phénomènes consécutifs d'une part à l'injection intravasculaire de sécrétine et d'autre part à l'introduction d'acide dans l'intestin.

» Cette identité serait pour eux d'une haute probabilité en faveur d'un mécanisme humoral commun, expliquant à la fois les effets de l'expérience de Pawlow et de l'injection de sécrétine; tout dernièrement ils ont confirmé cette présomption en montrant la présence de la sécrétine dans le sang d'un chien auquel ils injectaient de l'acide dans le duodénum, fait

([1]) L'action excitante des acides sur la sécrétion biliaire avait déjà été signalée par Rutherford.

qui concorde bien avec ceux que j'ai publiés récemment sur l'existence de la sécrétine dans le sang veineux d'une anse intestinale contenant de l'acide introduit artificiellement ou venu de l'estomac pendant la digestion physiologique.

» Je me suis alors demandé si le mécanisme humoral était le seul qui intervînt dans cette expérience; si, en d'autres termes, il ne s'y superposait pas une action réflexe, ayant pour point de départ une excitation des terminaisons nerveuses de la muqueuse intestinale par l'acide lui-même.

» Ayant constaté que l'injection d'acide dans le jéjunum produit sur le foie le même effet que celle dans le duodénum, j'ai introduit une solution de HCl à 6 pour 100 dans une anse jéjunale, isolée entre deux ligatures, et dont je détournais le sang veineux et la lymphe, afin d'empêcher la sécrétine ainsi formée de passer dans la circulation générale : l'acide produisait alors sur la sécrétion biliaire son effet habituel, ce qui montre qu'il agit sur elle non seulement par formation de sécrétine, mais aussi par processus réflexe. Pour être bien sûr que le point de départ de ce réflexe résidait dans une excitation de terminaisons nerveuses intestinales par l'acide lui-même, et non par la sécrétine, j'ai refait pour le foie l'expérience que j'avais faite à ce sujet pour le pancréas : l'irrigation d'une anse intestinale à circulation isolée de celle du reste du corps, avec du sang contenant de la sécrétine neutre, m'a montré que celle-ci était incapable d'exciter des terminaisons sensibles de l'anse.

» Une action réflexe de l'acide vis-à-vis de la sécrétion biliaire me paraît ainsi bien démontrée. Quelles sont alors les voies de ce réflexe?

» Après l'extirpation de la moelle (suivie d'une abondante injection de sérum) combinée à la section des cordons thoraciques du sympathique, des vagues et du phrénique droit, on peut encore le provoquer. C'est donc un réflexe périphérique, tout à fait analogue au réflexe acide jéjunal de la sécrétion pancréatique. L'anse intestinale étant fortement liée aux deux bouts, l'influx centripète ne peut gagner le foie par les plexus de la paroi de l'intestin, mais doit suivre les filets nerveux mésentériques, pour se réfléchir au niveau des centres ganglionnaires des plexus mésentériques supérieurs, cœliaque et hépatique, ou peut-être même directement au niveau des ganglions intra-hépatiques, sans faire étape dans ceux des autres plexus. Quant à l'influx centrifuge, il peut se propager par l'intermédiaire de fibres de diverses natures, fibres motrices des muscles lisses des canaux biliaires, fibres vaso-motrices ou fibres excito-sécrétoires; en d'autres termes, il est possible de concevoir au sujet de l'effet du réflexe acide trois interprétations différentes : 1° une action d'excrétion; 2° une action vaso-motrice; 3° une action sécrétoire vraie.

» Et d'abord s'agit-il ici d'un phénomène d'excrétion? Les travaux de Gerlach, Variot, Ranvier, Doyon, Dogiel ont montré l'existence, dans les parois de l'arbre biliaire, de plexus nerveux pourvus de ganglions à fonction automotrice pour les muscles lisses de ces parois; il serait dès lors assez naturel de songer à trouver dans ces ganglions les centres d'un réflexe d'excrétion. Mais que l'on se rappelle les recherches de Pawlow, Bruno et Kladnizki, d'où il résulte que les acides, introduits dans l'estomac d'un chien à fistule biliaire avec conservation du sphincter d'Oddi, ne

provoquent pas d'excrétion de bile : on a déjà là un fait permettant de penser, par raison d'analogie, que. si le réflexe acide n'a pas d'action sur le sphincter, pourvu cependant de nombreux ganglions, il ne doit pas en avoir non plus sur les autres voies d'excrétion. C'est ce que j'ai vérifié expérimentalement, en constatant que l'injection intra-jéjunale d'acide n'a aucun effet sur les contractions du cholédoque et de la vésicule, que j'enregistrais au moyen d'une méthode un peu différente de celle qu'a préconisée Doyon.

» Sommes-nous alors en présence d'un réflexe vaso-moteur? L'étroit parallélisme bien connu entre les modifications de la vascularisation du foie et celles de la sécrétion biliaire, l'absence de troubles dans les fonctions sécrétoires hépatiques après l'énervation du foie signalée par P. Picard et par Kaufmann, le manque d'expériences montrant l'influence directe du système nerveux sur la cellule hépatique, constitueraient autant de fortes présomptions en faveur d'un tel mécanisme. Je ne crois point néanmoins que ce dernier intervienne, et cela pour deux raisons : 1° à la suite de l'introduction d'acide dans une anse intestinale à circulation isolée de la circulation générale, je n'ai pu constater aucune modification circulatoire révélant une action vaso-motrice sur le foie; 2° après avoir privé cet organe de sa circulation par la ligature rapide de l'aorte au-dessus du diaphragme et de la veine-porte, il m'a été possible d'observer encore un certain effet sur la sécrétion sous l'influence de l'acide (HCl à 7 pour 100).

» L'augmentation du flux de bile, consécutive à l'introduction d'acide dans l'intestin, me semble donc *partiellement* résulter d'un réflexe qui aurait pour voies centripètes les nerfs mésentériques, pour centres les plexus mésentérique supérieur, cœliaque et hépatique, ou simplement les ganglions intra-hépatiques, et pour voies centrifuges des *fibres excito-sécrétoires vraies :* réflexe sécrétoire, et non excrétoire ou vaso-moteur. »

GÉOLOGIE. — *Sur la signification du gisement cénomanien à Ichtyosarcolithes et à faune du Maine de Saint-Laurent près Vachères (Basses-Alpes).* Note de M. **Charles Jacob**, présentée par M. de Lapparent.

« L'étude détaillée d'une faune cénomanienne, déjà reconnue à Saint-Laurent (Basses-Alpes), par M. Kilian, et présentant, avec la faune du Maine, de remarquables analogies, nous amène à modifier les tracés adoptés aujourd'hui comme limites d'extension de la mer cénomanienne dans le sud-est de la France et à déplacer notablement vers l'est la communication admise entre le golfe de la Basse-Provence et la mer des chaînes subalpines [1].

(1) De Lapparent, *Traité de Géologie*, 4e édit., p. 1443, fig. 648.

» En joignant aux dix espèces signalées en 1888 par M. Kilian (¹) celles que nous y avons recueillies récemment, le gisement de Saint-Laurent a fourni la liste suivante :

» *Acanthoceras* gr. de *Mantelli* Sow. sp. *Ac. rhotomagense* Brong. sp. *Turrilites costatus* Lam. *Turritella Guerangeri* d'Orb. *T. sarthensis* Guér. *T. gracilis.* Guér. *T. cenomanensis.* Guér. *T. alternata* Guér. *Cerithium Gallicum* d'Orb. *C. cf. moniliferum* d'Orb. sp. *Nerinella* cf. *Algarbiensis.* Choffat, *Avellana Cassis* d'Orb. *Aporrhais Requieniana* d'Orb. sp. *Voluta elongata* d'Orb. *Exogyra columba* Desh. var. *media. Janira æquicosta* d'Orb. *Vola Fleuriausiana* d'Orb. sp. *Lima* cf. *semisulcata* Nilsson. *Limopsis Guerangeri* d'Orb. sp. *Trigonia crenulata* Lam. *T. sulcataria* Lam. *T. Deslongchampsi* Mun. Ch. *Opis Ligeriensis* d'Orb. *Cardium* cf. *Hillanum.* Sow. *Arcopagia crenulata.* Guér. *Ichtyosarcolithes triangularis* Desm. Un *Ophiure. Cyclolites Guerangeri* Edw. et H. *Trochosmilia?* sp. *Orbitolina concava* Lam. sp.

» Vingt-trois espèces de cette liste sont communes avec le Maine; ce sont : les *Turritelles,* les deux *Cerithes, Avellana Cassis, Voluta elongata, Ex. Columba, Lima semisulcata, Janira æquicosta, Limopsis Guerangeri,* les *Trigonies, Opis Ligeriensis, Arcopagia crenulata, Cardium hillanum, Ichtyosarcolithes tr., Cyclolites Guerangeri, Trochosmilia, Orbitolina concava.*

» Neuf de ces formes : les *Turritelles, Cerith. gallicum, Limopsis Guerangeri, Opis Ligeriensis, Arcopagia crenulata,* n'avaient été rencontrées jusqu'ici que dans le Maine.

» Les *Ichtyosarcolithes* ont été signalés dans les régions méridionales ou parcourues par des courants venant du Midi, en particulier le Maine, les Charentes, l'Aquitaine, les Corbières, les Pyrénées et la basse Provence (²).

» La présence à Saint-Laurent d'une telle faune, en particulier d'*Ichtyosarcolithes*, semble indiquer cette localité, qui appartenait à la mer des chaînes subalpines, comme l'emplacement du débouché dans cette dernière de sa communication avec la basse Provence, à l'époque des sables du Mans.

» On observe, en effet, au nord de notre gisement, la faune de la Craie de Rouen, à caractère septentrional. A l'ouest (chaîne de Lure, Ventoux, bassin d'Uchaux) et à l'est (Basses-Alpes méridionales, Var, Alpes-Maritimes) on a signalé *Ex. Columba,* des *Orbitolines* et les *Trigonies* du Mans, mais nulle part la liste très particulière des espèces de Saint-Laurent et nulle part, en dehors du point unique de Saint-Laurent, les *Ichtyosarcolithes.* On sait en outre qu'au Cénomanien supérieur, à l'ouest, dans le bassin d'Uchaux, se rencontrent de nombreuses intercalations saumâtres à lignites (³).

(¹) Kilian, *Montagne de Lure;* Paris, 1888, p. 298.

(²) Consulter : de Grossouvre, *Rech. sur la Craie sup.*, Paris, 1901.

(³) Voir travaux d'Hébert et Toucas, Leenhardt, W. Kilian et Fallot, résumés dans Fallot, *Terrains crétacés du sud-est de la France,* Paris, 1885.

» Il faut donc admettre l'hypothèse d'*une communication directe par Saint-Laurent*, à l'époque des sables du Mans, entre la basse Provence et la mer des chaînes subalpines; et alors l'analogie devient complète entre les régions occidentales et le sud-est de la France. D'un océan à caprines (en particulier à *Ichtyosarcolithes*), s'étendant des Charentes à la basse Provence, ont émigré vers le nord les *Ichtyosarcolithes* et la faune du Maine, d'une part à Saint-Laurent (Basses-Alpes) à travers notre *détroit*, d'autre part dans la Sarthe par le Poitou. En avant du débouché immédiat de ces deux communications avec la mer à *Caprines*, tant sur le rivage méridional de la mer subalpine que dans le sud-ouest du bassin de Paris, l'influence de la proximité de faunes chaudes s'est traduite par la présence de l'une ou de la totalité des formes suivantes : *Ex. columba*, *Orbitolines* et *Trigonies* du Mans, au milieu des faunes plus septentrionales. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les anomalies de la pesanteur dans certaines régions instables*. Note de M. **F. de Montessus de Ballore**, présentée par M. de Lapparent.

« Quand des séismes se produisent au pied des avant-monts qui bordent de grandes plaines alluviales, comme celles du Rhin, du Pô, du Gange, etc., et qu'on cherche à les expliquer, d'une manière plus ou moins plausible, par un reste de vitalité des efforts tectoniques qui ont fait naître certaines dislocations voisines, on est généralement peu embarrassé pour déterminer ces dernières. On serait plutôt gêné pour faire un choix judicieux. Il n'en va plus du tout de même pour l'intérieur de ces plaines, et l'on en est réduit à attribuer l'instabilité, quand elle y existe, à des accidents géologiques inconnus, mais supposés cachés sous les épaisses couches d'alluvions. C'est là un procédé peu satisfaisant, et qui, d'ailleurs, laisse la question entière. Il est cependant certains cas où ces dislocations, cause des séismes, quoique non visibles, et en réalité non encore constatées, prennent un caractère de probabilité tel que l'explication sismico-tectonique en devient très acceptable, en attendant que des sondages aient ultérieurement vérifié l'hypothèse.

» Qu'on prenne, par exemple, l'immense plaine indo-gangétique. Toute sa bordure septentrionale, du Salt Range au Bhotan, est agitée par de graves tremblements de terre qui trouvent une explication facile dans les grandes

dislocations du flanc sud de l'Himalaya, chaîne dont le mouvement de surrection, en tout cas très récemment terminé, n'aurait peut-être pas encore dit son dernier mot, si l'on en croit des membres, et non des moins autorisés, du *Geological Survey of India*. Par contre, le bord méridional de la plaine, depuis l'extrémité nord de l'Aravali Range jusqu'au coude du Gange à Golgong, est parfaitement stable, non qu'il y manque de grands accidents géologiques, mais vraisemblablement parce que la très grande ancienneté du morcellement et de l'effondrement du vieux continent gondwanien, le long et au nord de cette ligne, a eu pour conséquence l'extinction totale des efforts tectoniques correspondants.

» Cependant les séismes ne font pas défaut à la plaine indo-gangétique. Si l'on élimine soigneusement ceux qui lui viennent de l'Himalaya, il en reste un certain nombre qui lui sont propres et ne laissent pas quelquefois de causer, sinon des désastres, du moins des dégâts notables, à Delhi, par exemple.

» Or, en 1901, M. Burrard a constaté que le fil à plomb est dévié vers le Sud ou vers le Nord suivant qu'on observe au nord ou au sud de la ligne qui joint Calcutta au centre du Radjpoutana. Ce fait très intéressant a été expliqué très judicieusement en admettant que cette ligne jalonne une zone allongée, dont le substratum profond serait formé de roches denses représentant les racines, aujourd'hui noyées sous le manteau alluvial, de quelque ancienne chaîne complètement abrasée, et dont les dislocations auraient facilité l'attaque par les agents extérieurs. Dès lors, ce seraient ces accidents qui causeraient, par un reste d'activité tectonique posthume, les séismes de la vallée du Gange.

» Une telle hypothèse, pour plausible qu'elle soit, a besoin d'être au moins corroborée par une analogie tirée de contrées où les conditions tectoniques et sismiques se présentent de la même manière par rapport aux anomalies de la gravité. Ce sera le sud de la Russie. Considérons le triangle allongé : Kamienesk-Podolsk, Kazan, Astrakhan. Assurément, ce vaste territoire est très stable, si on le compare aux régions classiques des tremblements de terre; mais si, au contraire, on le met en parallèle avec le nord de la Russie, où les séismes sont inconnus, on aura l'impression d'une instabilité relative, car des épicentres, sporadiques il est vrai, s'y montrent en assez grand nombre, et même, en Pologne, ne manquent pas d'une certaine importance. On est tout de suite amené à mettre ces séismes en relation avec les plissements et les dislocations qui ont, dans la Russie

méridionale, affecté la bordure nord de l'extrémité orientale, maintenant disparue, de la grande chaîne hercynienne, mise en évidence par M. Marcel Bertrand.

» Or M. Collet a fait voir dès 1895 que cette bordure à substratum disloqué coïncide à peu près à une ligne polygonale, jalonnant, d'après les observations du général Stebnitzki, les points de déficit maximum de pesanteur par rapport aux régions voisines du sud et du nord, et qu'un relief insignifiant ne justifie point. Cette ligne part aussi de Kamienesk-Podolsk, marche au sud-est vers le coude du Dniepr et, laissant au sud le horst d'Azov, remonte au nord-est vers Kazan, comme le rameau hercynien raboté.

» On a ainsi dans la Russie méridionale une triple coïncidence approchée entre une bande d'instabilité relative, une zone disloquée et une ligne de maximums d'anomalies de la pesanteur. Le troisième phénomène suffirait à déceler le second, si, comme dans l'Inde, il était caché, et le second rend bien compte du premier. L'analogie se poursuit dans les deux cas par le voisinage de hautes chaînes instables, et de surrection très récente, le Caucase et l'Himalaya. On est donc presque en droit d'étendre ces considérations à la plaine Indo-Gangétique, et les séismes qui l'agitent deviennent moins mystérieux. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action du zinc sur les microbes de l'eau.* Note de M. F. DIÉNERT, présentée par M. Duclaux.

« Au cours de nos études, nous avons été amené a étudier l'action des différents métaux sur les microbes de l'eau, et, en particulier, sur le *b. d'Eberth* et le *b. coli-communis.*

» Nous n'aborderons aujourd'hui que l'action du zinc.

» *Expérience* A. — Si dans 1^l d'eau de source, contenue dans un ballon, on ajoute 5^g de zinc pur en grenaille, et si, pour accélérer l'action du métal, on agite fréquemment le ballon, l'eau se trouve stérilisée en quelques heures.

» *Expérience* B. — Cette expérience peut se faire sous une autre forme en employant des cultures pures de différents microbes (b. d'Éberth, b. coli, microbes banaux retirés de l'eau).

» Dans des tubes à essai on met 10^{cm^3} d'eau distillée et 1^g de zinc pur en grenaille. Dans cette eau on délaie un peu d'une culture pure prise sur gélose et voici ce qu'on constate :

» Au bout de 36 heures la partie *supérieure* de l'eau dans chaque tube est stérile; la partie *inférieure* voisine du zinc, renferme encore des bactéries vivantes.

» Au bout de 48 heures la stérilisation est complète dans tous les tubes.

» Examinons ce qui a pu se passer dans nos tubes à essai. D'abord une action chimique connue a fait entrer du zinc en dissolution dans l'eau.



$$Zn + H^2O = ZnO + H^2.$$

» L'oxyde formé est légèrement soluble.

» Cette réaction est lente, mais continue, et comme l'eau est assez vite saturée d'oxyde de zinc, il reste au fond des tubes, avec le métal non attaqué, de l'oxyde de zinc insoluble.

» Or, cette minime quantité de zinc dissous est impuissante pour amener la mort des microbes que nous introduisons dans nos tubes. Voici une expérience qui le démontre.

» *Expérience C.* — On met du zinc et 10^{cm^3} d'eau distillée dans des tubes à essai. D'après l'*expérience B,* on sait qu'après 48 heures une culture d'un microbe quelconque, introduite dans ces tubes, serait tuée. Séparons alors la partie soluble de la partie insoluble en la filtrant sur papier filtre, et mettons cette eau, contenant de l'oxyde de zinc soluble, dans des tubes à essai stériles.

» On ensemence comme dans l'*expérience B.* Cette fois aucun tube à essai n'est stérilisé, et il suffit d'introduire à nouveau du zinc ou de l'oxyde de zinc dans ces tubes à essai pour obtenir la stérilisation de nos tubes.

» Cette expérience montre bien l'action antiseptique de la partie insoluble du zinc.

» L'expérience suivante montre que les microbes sont capables d'attaquer le zinc insoluble et de le solubiliser.

» Sur une lamelle de microscope on place une goutte d'une culture de b. d'Eberth, en suspension dans l'eau, et un peu de zinc en poudre. Le tout est mis dans une chambre humide de Ranvier.

» En examinant au microscope, on constate, au bout de 48 heures, que les microbes se sont collés et rassemblés autour des grains de zinc, qui sont fortement corrodés là où l'on rencontre des bactéries. Celles-ci sont donc capables d'attaquer le zinc et de le solubiliser.

» Cette dernière expérience explique alors l'influence de la partie insoluble du zinc sur la stérilisation de nos tubes à essai dans l'*expérience B*.

» Sous l'influence du zinc dissous, les microbes se déposent au fond du tube. La stérilisation de la surface de l'eau après 36 heures dans l'*expérience B* ne peut s'expliquer que par une précipitation des microbes.

» Une fois au fond des tubes, les bactéries trouvent du zinc et de l'oxyde de zinc insolubles. Elles vont attaquer, dissoudre le métal : les sels de zinc qui se forment pénètrent probablement à l'intérieur du protoplasma des microbes et amènent leur mort. C'est du moins ce qui résulte des expériences précédentes et explique l'action nocive du zinc. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Lésions des centres nerveux des nouveau-nés issus de mères malades (mécanisme et conséquences).* Note de MM. **A. Charrin** et **A. Léri**, présentée par M. Bouchard.

« Il nous a paru intéressant de faire connaître différentes données auxquelles nous ont conduits les examens d'une série de centres nerveux de nouveau-nés, issus de mères malades, mort-nés ou n'ayant survécu que quelques heures ou quelques jours.

» Dans la majorité des cas, sept fois sur neuf, ces protubérances, ces bulbes et surtout ces moelles épinières ont offert des anomalies, dont les hémorragies et les processus congestifs constituent les modalités de beaucoup les plus fréquentes; leur prédominance est telle qu'à cet égard la nature des affections enregistrées (¹) chez les ascendants ne semble pas avoir d'influence. On observe, en effet, ces extravasations sanguines chez des rejetons de femmes atteintes de tuberculose, d'anémie, aussi bien que de pneumonie, de bronchites, d'épilepsie, etc.; on les rencontre soit dans le canal épendymaire, soit dans les espaces inter-méningés, soit dans l'épaisseur du tissu médullaire, spécialement à la base des cornes antérieures. A ces extravasations s'ajoutent parfois d'autres altérations; dans un cas, nous avons, par exemple, noté un épaississement manifeste joint à une infiltration leucocytaire des méninges et, dans un autre, des détériorations des cellules motrices de la substance grise (chromatolyse, excentration des noyaux, etc.).

» L'aspect de ces lésions, hématiques, méningées ou cellulaires, tend à prouver qu'elles ont débuté au cours de la vie intra-utérine; d'ailleurs, un de ces enfants a succombé en naissant et plusieurs n'ont vécu que durant quelques instants (3 heures, un jour, etc.); le plus âgé n'a pas dépassé 4 semaines.

» L'évolution de ces altérations paraît, du reste, parallèle à celle des modifications hépatiques, rénales, etc., que l'un de nous, envisageant essentiellement les conditions du mécanisme, a étudiées chez ces nouveau-nés provenant, dans plus d'un cas avant terme, de parents tarés (²). Il

(¹) Nous avons éliminé les faits de syphilis déjà relativement connus.

(²) Vior *Soc. Biol.*, 15 juillet 1899; *Acad., sci.*, 8 janvier 1900 et *Trav. du Labor. de Méd. exp. H. Études*, 1900.

est également permis de remarquer que la nature des anomalies décelées tant dans ces moelles que dans ces viscères est en somme identique : dans tous ces tissus prédominent largement des hémorragies isolées ou associées à quelques processus inflammatoires, plus encore dégénératifs. Par suite, il est logique d'admettre que ces lésions sont nées, les unes et les autres, sous l'influence des mêmes facteurs, autrement dit, comme nous l'avons montré à propos des détériorations viscérales, grâce à l'intervention des poisons microbiens si aisément hémorragipares ou des principes toxiques provenant des cellules maternelles et fœtales déviées par le mal de leur type nutritif normal (1).

» Assurément, de temps à autre, on isole une bactérie ; mais, chez ces rejetons débiles, dans les tissus profonds les germes sont inconstants, disparates et, en général, nullement spécifiques; leur présence est ordinairement attribuable à des infections secondaires favorisées par les défectuosités des défenses placées au niveau des portes d'entrée (insuffisance de la fonction sudoripare, du mucus, des diastases protectrices des voies digestives, etc.) ou encore par des prédispositions générales relevant, dans ces organismes, de l'hypothermie, du surmenage cellulaire, de la diminution de l'alcalinité des plasmas, de l'intoxication, etc., conditions éminemment propices au développement des microbes et dont nous avons, dans l'espèce, établi la réalité (2).

» Evidemment, nous ne récusons point la part des agents mécaniques, des accouchements laborieux; il est clair que ces sortes de traumatismes sont capables de provoquer des ruptures vasculaires et des épanchements relativement faciles au sein d'un tissu aussi mou que celui du névraxe fœtal. Néanmoins, cette explication ne saurait suffire par la simple raison que les enfants porteurs des centres examinés se sont présentés par le sommet, le plus habituellement en OIGA et ont pu être extraits sans difficulté; un seul est venu par le siège. Or, chez lui, les foyers hémorragiques étaient précisément peu considérables, beaucoup moins que des épanchements sanguins assez étendus pour être décelés à l'œil nu et découverts dans la

(1) Après avoir discuté les diverses origines ou pathogénies possibles (ovulaires, infectieuses, etc.), nous avons été amenés à dégager le rôle d'éléments d'ordre toxique (Voir *Sem. méd.*, déc. 1902 : *Le rôle des substances solubles dans la transmission des tares pathologiques des ascendants*).

(2) Il est juste de reconnaître qu'une fois installées ces infections, comme d'autres influences secondes, ajoutent leur action.

moelle de rejetons prématurés, c'est-à-dire de rejetons dont les dimensions relativement minimes comportent une sortie des plus faciles.

» Au point de vue symptomatique, les lésions enregistrées ont paru silencieuses; l'attitude quelque peu spasmodique, commune aux divers nourrissons, chez ceux que nous avons observés n'a pas semblé modifiée; la mort, nullement attribuable à ces désordres, dépend des troubles du métabolisme ou des tares rénales, cardiaques et surtout hépatiques (1). Toutefois, dans la gamme de ces troubles ou de ces tares, il est aisé d'imaginer des atténuations compatibles avec des survies plus ou moins longues. Dès lors, quand, à un âge donné, on voit se développer des affections cérébro-médullaires congénitales ou plus tardives dont la cause échappe, il est légitime de songer aux atteintes pathologiques que nous venons de mettre en lumière (2).

» On comprend, en effet, que ces épanchements puissent détériorer les éléments déjà formés des cordons de la moelle ou s'opposer à la parfaite évolution de ceux qui, à l'exemple du faisceau pyramidal, ne s'achèvent qu'après la naissance; on conçoit aussi que, la résorption terminée, ces foyers sanguins fassent place à des cavités, le plus souvent centrales, épendymaires. Ainsi, des affections telles que la maladie de Little, la paraplégie spasmodique infantile, la syringomyélie, etc. peuvent être influencées dans leur genèse par les altérations mises en évidence.

» Ces faits prouvent également que la répartition de certains processus médullaires, scléreux ou autres, est susceptible d'être en partie sous la dépendance des méninges, surtout des vaisseaux, plutôt que des cordons systématiques; ils montrent encore pourquoi, en matière de pathologie nerveuse tout comme dans le domaine de celle des viscères, il faut compter avec les troubles de la vie intra-utérine. »

PHYSIOLOGIE. — *Appareils régulateurs de la circulation du sang chez l'animal nouveau-né.* Note de M. **Édouard Meyer**, présentée par M. Bouchard.

« Les animaux nouveau-nés (chiens), dans les premiers jours qui suivent la naissance, et aussi longtemps que les paupières sont fermées, présentent,

---

(1) Voir *Semaine médicale,* déc. 1902.

(2) On peut en dire autant, ainsi que l'un de nous l'a prouvé, des cirrhoses, de certaines néphrites chroniques de la première enfance, etc.

à l'exploration graphique, des courbes de pression artérielle dont les caractères, sommairement indiqués déjà ([1]), diffèrent de ceux observés chez les adultes, et dont l'interprétation peut servir à l'étude de la physiogénie des centres nerveux régulateurs de la circulation du sang.

» 1° La pression dans la carotide a une valeur de 7^{cm} à 8^{cm} Hg, alors que chez l'adulte elle est de 16^{cm} à 18^{cm}.

» 2° *Courbes cardio-respiratoires.* — Chez l'adulte, la pression s'élève à l'inspiration, par accélération, d'origine nerveuse, des battements du cœur; chez le nouveau-né, ce phénomène ne se produit pas.

» A l'inspiration, on note souvent une chute variable de la pression, sans modification du système cardiaque aux deux temps de la respiration. Cette chute est d'origine mécanique, car elle augmente ou diminue avec les variations mécaniques de la respiration, et subsiste malgré l'intégrité ou la section des deux nerfs pneumogastriques. Les centres nerveux cardio-modérateur et respiratoire ne sont pas encore fonctionnellement associés, comme ils le seront dans la suite.

» 3° *Courbes de Traube-Hering.* — Ces courbes vaso-motrices, provoquées par l'influence du centre respiratoire (L. Frédéricq), qui se produisent, chez l'adulte, après suppression des influences mécaniques sur les organes intra-thoraciques et après double vagotomie, font défaut chez le nouveau-né : dans les conditions précitées, le graphique reste chez lui uniforme. Il n'y a pas encore d'association fonctionnelle au centre respiratoire et au centre vaso-moteur, ou, ce qui revient au même, ce dernier est inactif.

» 4° *Courbes de Sigmund Mayer, ou vaso-motrices proprement dites* (L. Frédéricq). — On n'observe pas d'oscillations vaso-motrices spontanées. L'asphyxie, excitant des centres vaso-moteurs chez l'adulte, ne provoque pas chez le nouveau-né de variations de pression. Il en est de même de l'excitation nerveuse sensitive (bout central du nerf sciatique, etc).

» Les cellules nerveuses, régulatrices de la tension artérielle, sous l'influence des variations du milieu intérieur, ou de l'action réflexe, ne manifestent donc pas d'activité fonctionnelle chez le nouveau-né.

» Il importe de noter que l'injection directe dans les vaisseaux de pipéridine, d'extrait de capsule surrénale a provoqué quelquefois des augmentations de pression, variables avec l'âge des animaux. Peut-être ce fait pourrait-il être utilisé pour dissocier, en utilisant des nouveau-nés, le mode d'action, phériphérique ou central, de certaines substances.

» 5° *Vaso-dilatation bucco-faciale.* (Dastre et Morat) L'excitation du bout périphérique du vago-sympathique au cou, ne produit pas, comme chez l'adulte, la rubéfaction de la muqueuse bucco-faciale. Ce fait, déjà signalé sous réserves ([2]), a pu être confirmé par ces recherches nouvelles. Les phénomènes d'interférence nerveuse

(1) Congrès des Soc. Savantes, Nancy, 1901.

(2) *Arch. Phys.*, 1903.

ou d'inhibition vasculaire, auxquels est attribuée la vaso-dilatation, font défaut chez le nouveau-né, dans une région particulièrement favorable à leur étude.

» 6° *Dilatation de l'iris.* — Ce dernier fait est en rapport avec l'action du sympathique sur la dilatation irienne. On sait l'analogie que l'on établit entre les deux mécanismes de dilatation, pupillaire et vasculaire. En décollant les paupières du chien nouveau-né et en excitant le sympathique, on ne voit ni projection du globe oculaire, ni dilatation de la pupille : la similitude dans la physiogénie des deux mécanismes de dilatation est frappante chez le nouveau-né.

» Malgré l'absence de dilatation de la pupille par excitation du sympathique, la lumière peut faire contracter légèrement, l'atropine, appliquée directement, faire dilater l'iris chez le chien nouveau-né. (Ces derniers faits récemment constatés déjà, chez le chat, par M. Tribondeau) (1).

» La régularisation de la circulation, par les divers mécanismes étudiés, ne se fait donc pas encore chez le chien nouveau-né, quelle qu'en soit la raison : ou développement incomplet de la dynamique cellulaire des appareils intéressés dans cette régularisation, ou durée insuffisante, depuis la naissance, des stimulations destinées à provoquer l'activité fonctionnelle dans la cellule.

» L'action de régulation vaso-motrice, en particulier, précise la cause de l'insuffisance de la régularisation thermique, chez le nouveau-né, qui, quelle que soit la valeur de sa thermogénèse, conserve mal la chaleur qu'il a produite, et se refroidit facilement. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la diminution de l'intensité du rayonnement solaire.* Note de M. **Henri Dufour**, présentée par M. Mascart.

« Il paraît résulter des observations faites sur l'intensité du rayonnement solaire pendant les premiers mois de l'année 1903 qu'il y a un affaiblissement de cette radiation. Les valeurs calorimétriques, mesurées au moyen de l'actinomètre de M. Crova, sont notablement inférieures, en cette fin d'hiver et commencement du printemps, à celles qu'on observe ordinairement dans cette saison.

» Les mesures faites régulièrement toutes les fois que le temps le permet entre 11^h et 1^h (temps vrai) depuis l'année 1896 jusqu'ici ont donné les résultats consignés dans le

(1) *Réunion biologique de Bordeaux* (*Soc. Biol.*, 11 juillet 1902).

Tableau suivant, dans lequel nous n'indiquons que les moyennes des mois d'*octobre* à *mars* :

Insolation. (*Calories-gramme-degrés-minutes.*)

Mois.	1896.	1897.	1898.	1899.	1900.	1901.	1902.	1903.
Octobre........	0,89	0,82	0,83	0,89	0,88	»	0,84	»
Novembre......	0,88	0,78	0,76	0,83	0,82	»	0,85	»
Décembre......	0,80	0,79	0,82	»	0,72	0,75	0,64	»
Janvier........	»	0,82	0,74	0,79	0,79	0,84	0,76	0,68
Février........	»	0,88	0,87	0,87	0,82	0,84	0,86	0,71
Mars..........	»	0,92	0,87	0,89	0,90	0,94	0,86	0,70

» Ces chiffres expriment l'insolation en calories-gramme-degrés-minutes, par centimètre carré; il sont les moyennes d'un nombre variable d'observations mensuelles faites dans deux localités différentes distantes de 20^{km} environ, l'une est *Clarens,* au bord du lac Léman à 380^{m} d'altitude, l'observateur est M. C. Bührer, pharmacien; l'autre est Lausanne à 520^{m}, où j'observe moi-même. Les instruments employés sont deux actinomètres de M. Crova; ils sont identiques; l'un étalonné par M. Crova lui-même a permis d'étalonner le second par comparaison; ces instruments ont toujours été observés de la même manière et par les mêmes personnes pendant ces sept années; les résultats des observations sont donc comparables.

» Il résulte du Tableau ci-dessus qu'il s'est produit une diminution très sensible et anormale de l'insolation dès le mois de décembre 1902; les chiffres de ce mois étant en très petit nombre ne permettaient pas de conclure à un fait nouveau s'ils n'étaient confirmés par ceux de janvier, février et de la première moitié de mars qui sont tous très inférieurs à ceux de la moyenne des six années précédentes comme le montre le Tableau suivant :

	Moyenne 1897-1902.	1903.	Différence.
Janvier...........	0,79	0,68	0,11
Février...........	0,86	0,71	0,15
Mars.............	0,89	0,70	0,19

» On voit que l'accroissement normal de l'intensité de l'insolation, qui se produit de janvier à mars ou avril, s'est à peine dessiné cette année. Les écarts entre les valeurs moyennes et celles de 1903 vont en s'accentuant de janvier à mars; il est vrai que ce dernier mois est incomplet. On doit cependant en conclure, nous semble-t-il, qu'il existe cette année dans l'atmosphère une cause particulière d'absorption de la radiation solaire qui n'existait pas pendant les six années précédentes. Faut-il chercher cette cause dans les poussières flottant dans l'air et projetées dans l'atmosphère

par les éruptions violentes et répétées de la Montagne Pelée, à la Martinique? On sait que plusieurs météorologistes ont cherché dans ces manifestations volcaniques la cause des colorations crépusculaires particulièrement intenses, mais intermittentes, qui se sont succédé dans les diverses parties de l'Europe depuis le mois d'octobre; ces colorations rappellent, en effet, par beaucoup de leurs caractères, celles de l'hiver 1883-1884 qui ont succédé à l'éruption du Krakatoa dans le détroit de la Sonde. Avant de conclure, il faudrait savoir si cette diminution de l'intensité du rayonnement solaire ou cette opacité de l'atmosphère a été observée en plusieurs lieux; il y a là pour les météorologistes des observations exceptionnelles à faire sur l'importance desquelles cette Note a surtout pour but d'attirer l'attention.

» Nous devons ajouter que la polarisation atmosphérique, mesurée avec le photopolarimètre de M. Cornu, dans le plan du Soleil et à 90° de cet astre, a une valeur également inférieure à celle qu'on observe ordinairement à cette saison; les deux phénomènes, intensité thermique du rayonnement solaire et intensité de la polarisation de la lumière du ciel à 90° du Soleil, marchent d'une manière parallèle, et leurs variations permettent également de juger de la transparence plus ou moins grande de l'atmosphère. »

M. **Ch. Dion** demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 23 mai 1887 et inscrit sous le n° 4175.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : « Réception des messages par la télégraphie lumineuse ».

Cette Note est renvoyée à la Section de Physique.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 mars 1903.

De l'expérience en Géométrie, par C. de Freycinet, de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Notice sur les titres et travaux scientifiques de M. G. André. Paris, G. Steinheil, 1903; 1 fasc. in-4°.

Recherches sur les procédés chirurgicaux de l'École bordelaise, des origines à la Révolution, par le Dr Maurice Le Maitre. Bordeaux, imp. G. Gounouilhou, 1903; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Brouardel.)

Hétéroplastie, discours prononcé par le Dr Nicola Alberto Barbieri, au XIIIe Congrès international de Médecine. Paris, Masson et Cie, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Les monuments de pierre brute de la région du Montoncel (Allier) et les pierres Jomathres (Creuse), par Louis Levistre. Moulins, imp. Étienne Auclaire; 1 vol. in-8°.

Assemblée générale de la Banque de France du 29 *janvier* 1903, *sous la présidence de M. E. Pallain, Gouverneur. Compte rendu au nom du Conseil général de la Banque et Rapport de MM. les Censeurs.* Paris, imp. Paul Dupont, 1903; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de l'Institut Pasteur, revues et analyses des travaux de Bactériologie, Médecine, Biologie générale, Physiologie, Chimie biologique, dans leurs rapports avec la Microbiologie; publication bi-mensuelle; Comité de Rédaction : Gab. Bertrand, A. Besredka, A. Borel, C. Delezenne, A. Marie, F. Mesnil; 1re année, t. I, n° 1, 28 février 1903. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France, publiée sous la direction de M. Ernest Olivier; 15e année, 1902. Moulins, imp. Étienne Auclaire, 1902; 1 vol. in-8°.

La Quinzaine du praticien, recueil bi-mensuel des actualités médicales et thérapeutiques; 1re année, n° 1, 10 février 1903. Paris; 1 fasc. in-8°.

Verslag van den staat der sterrewacht te Leiden, en van de aldaar volbrachte waarnemingen van 18 *september* 1900 *to* 15 *september* 1902, uitgebracht door H.-G. Van de Sande Bakhuyzen. Leide, E.-J. Brill, 1902; 1 fasc. in-8°.

Stad Antwerpen. *Paedologisch Jaarboek,* onder redactie van Prof. Dr M.-C. Schuyten; Jaargang III-IV, 1902-1903. Antwerpen; Leipzig; Paris; 1 vol. in-8°.

Annual report of the Smithsonian Institution, 1900. *U. S. National Museum.* Washington, 1902; 1 vol. in-8°.

Bestimmung der Schwerkraft auf dem atlantischen Ozean sowie in Rio de Janeiro, Lissabon und Madrid, mit 9 Tafeln, von O. Hecker. (*Veröffentlichung des königl. preus. geodätischen Institutes,* neue Folge, n° 11.) Berlin, 1903; 1 fasc. in-4°.

Statistiek van het koninkrijk der Nederlanden. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand januari 1903; uit gegeven door het Departement van Financien. La Haye, 1903; 1 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MARS 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Th. Schlœsing fils*, dans la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *P.-P. Dehérain*, décédé.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Schlœsing fils** prend place parmi ses Confrères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions abéliennes à multiplication complexe*. Note de M. G. **Humbert**.

« I. Soit $\varphi(x, y)$ une forme quadratique binaire, positive, proprement ou improprement primitive et de déterminant impair :

$$(1) \qquad \varphi(x, y) = \mathrm{D}x^2 + 2qxy + py^2.$$

» Comme je l'ai indiqué dans une Communication antérieure (21 avril 1902), on peut considérer la forme φ comme *associée* à un système de deux relations singulières entre les périodes normales g, h, g' d'une fonction abélienne de genre deux; ce système est réductible, par une transformation du premier ordre, au type

$$(2) \qquad h^2 - gg' - \mathrm{D} = 0, \qquad g - pg' - 2q = 0;$$

et la forme $4\varphi(x, y)$ est l'invariant de la relation singulière

$$x(h^2 - gg' - D) + y(g - pg' - 2q) = 0.$$

» Lorsque les périodes vérifient le système (2), le *point modulaire*, c'est-à-dire le point qui admet pour coordonnées cartésiennes les trois invariants absolus de la forme binaire d'ordre six, liée aux fonctions abéliennes considérées, décrit une courbe *algébrique* C; celle-ci ne change pas quand on remplace la forme initiale φ par une forme proprement ou improprement équivalente à φ; elle est donc *associée* à une *classe* de formes quadratiques binaires positives, proprement ou improprement équivalentes entre elles.

» J'ai indiqué (*loc. cit.*) la nature du groupe fuchsien de C; il se rattache, par une liaison mise en lumière par M. Poincaré, à certaines transformations en elle-même de la forme ternaire indéfinie $z^2 - \varphi(x, y)$, et l'on en conclut aisément que, si les deux formes $z^2 - \varphi(x, y)$ et $z^2 - \varphi_1(x, y)$ sont équivalentes, les courbes C et C_1, associées aux classes φ et φ_1, sont du même genre et se correspondent point par point.

» II. Or, pour que $z^2 - \varphi$ et $z^2 - \varphi_1$ soient équivalentes, il faut et il suffit que les formes φ et φ_1, qui ont nécessairement le même déterminant, appartiennent au même genre.

» Posons, en effet,

$$\varphi_1 = D_1 x^2 + 2q_1 xy + p_1 y^2, \qquad \Delta = pD - q^2 = p_1 D_1 - q_1^2;$$

les adjointes de $z^2 - \varphi$ et $z^2 - \varphi_1$ sont les formes proprement primitives

$$F = -DY^2 + 2qXY - pX^2 + \Delta Z^2,$$
$$F_1 = -D_1 Y^2 + 2q_1 XY - p_1 X^2 + \Delta Z^2.$$

» Si $z^2 - \varphi$ et $z^2 - \varphi_1$ sont équivalentes, F et F_1 le sont également et appartiennent dès lors au même genre; par suite, d_i désignant un diviseur premier de Δ, les caractères quadratiques de F et F_1, par rapport à d_i, coïncident, c'est-à-dire qu'on a

$$\left(\frac{DY^2 - 2qXY + pX^2}{d_i}\right) = \left(\frac{D_1 Y_1^2 - 2q_1 X_1 Y_1 + p_1 X_1^2}{d_i}\right);$$

en d'autres termes, $\left(\frac{\varphi}{d_i}\right) = \left(\frac{\varphi_1}{d_i}\right)$, ce qui prouve bien que φ et φ_1 appartiennent au même genre, lorsque du moins Δ, *qui est impair*, est du type $4N + 3$. Si Δ est du type $4N + 1$, on établit aisément, en partant de

l'hypothèse que $z^2 - \varphi$ et $z^2 - \varphi_1$ sont équivalentes, que les formes φ et φ_1 peuvent représenter respectivement deux nombres impairs congrus entre eux (mod 4), et ces formes appartiennent dès lors au même genre.

» Réciproquement, si φ et φ_1 sont primitives et du même genre, F et F_1 sont proprement primitives, et ont même caractère quadratique par rapport à chaque diviseur de Δ, discriminant de $z^2 - \varphi$ et $z^2 - \varphi_1$: ces deux dernières formes appartiennent donc au même genre. Or, d'après un important théorème, dû à Arn. Meyer, deux formes ternaires indéfinies, proprement primitives, d'invariants impairs et premiers entre eux, appartiennent à la même classe si elles appartiennent au même genre : les formes $z^2 - \varphi$ et $z^2 - \varphi_1$, dont les invariants communs sont Δ et 1, sont donc équivalentes (1).

» De là résulte cette conclusion :

» *Les courbes algébriques* C, C_1, C_2, ..., *associées à des formes binaires* φ, φ_1, φ_2, ..., *primitives, du même déterminant impair* (2), *et appartenant au même genre, sont géométriquement du même genre et se correspondent point par point* (3).

» III. La question se pose maintenant d'étudier la correspondance entre les points de C et de C_1 : une induction naturelle conduit à penser qu'elle est réalisée par des transformations singulières du premier degré. C'est en effet ce qu'on peut établir directement.

» Une transformation singulière quelconque pour les périodes qui vérifient le système (2), est attachée à une relation de ce système :

$$\lambda(h^2 - gg' - D) + \mu(g - pg' - 2q) = 0,$$

λ et μ désignant deux entiers quelconques premiers entre eux. Ceux-ci étant fixés, pour définir une transformation singulière de degré *un*, il faut se donner en outre deux entiers, l et k, vérifiant la relation

$$l^2 - k^2(D\lambda^2 + 2q\lambda\mu + p\mu^2) = 1,$$

(1) La proposition indiquée ici, à savoir que, si φ et φ_1 sont deux formes quadratiques binaires positives, primitives, du même déterminant impair et du même genre, les formes $z^2 - \varphi$ et $z^2 - \varphi_1$ sont équivalentes (et réciproquement), s'étend au cas où le déterminant est impairement pair. Il serait intéressant d'étudier le cas d'un déterminant multiple de 4.

(2) Ou impairement pair.

(3) On suppose, pour simplifier l'énoncé, qu'aucune des formes φ_i n'appartient à une classe ambiguë.

et la transformation correspondante est alors déterminée, à une transformation ordinaire près du premier degré. Nous dirons que les nombres l, $k\lambda$, $k\mu$ sont ses *indices*.

» Deux transformations d'indices l, $k\lambda$, $k\mu$ et l_1, $k_1\lambda_1$, $k_1\mu_1$ seront dites *équivalentes* si elles font correspondre, aux périodes g, h, g' vérifiant (2), deux systèmes de périodes équivalents entre eux, c'est-à-dire donnant le même point modulaire; de même, deux solutions en nombres entiers de l'équation

$$z^2 - (\mathrm{D}x^2 + 2qxy + py^2) = 1$$

seront dites *équivalentes* si l'une se déduit de l'autre par une des transformations *principales* en elle-même de la forme $z^2 - \varphi(x, y)$: par transformations principales, nous entendons celles qui dérivent, suivant les formules classiques d'Hermite et de M. Bachmann, des solutions entières de l'équation

$$\mathrm{U}^2 + \mathrm{F}(\mathrm{X}, \mathrm{Y}, \mathrm{Z}) = \pm 1,$$

F étant l'adjointe de $z^2 - \varphi$. Nous dirons aussi que les solutions z, x, y et εz, ηx, ηy sont équivalentes (ε, $\eta = \pm 1$).

» Cela posé, nous démontrons facilement, à l'aide de nos formules sur la multiplication complexe, ce théorème :

» *A une solution l, $k\lambda$, $k\mu$ de l'équation*

$$l^2 - k^2\varphi(\lambda, \mu) = 1,$$

λ et μ étant premiers entre eux, correspond, pour les fonctions abéliennes dont les périodes vérifient (2), *une transformation singulière du premier degré, d'indices l, $k\lambda$, $k\mu$; à deux solutions équivalentes répondent deux transformations équivalentes; à deux solutions non équivalentes répondent deux transformations non équivalentes.*

» Par suite, à un *point modulaire* P, donné par des périodes qui vérifient (2), les transformations singulières du premier degré font correspondre N points modulaires distincts P_i, en désignant par N le nombre des solutions, non équivalentes entre elles, de l'équation $z^2 - \varphi(x, y) = 1$. Parmi les P_i figure d'ailleurs le point P, qui répond à la solution $z = 1$, $x = y = 0$.

» IV. Appliquons maintenant au système (2) la transformation du premier degré d'indices l, $k\lambda$, $k\mu$: ce système se transforme en un autre système singulier, et l'on obtient, sans autre difficulté que la longueur des calculs, l'expression suivante de la forme binaire ψ, associée à ce dernier.

» Soient λ' et μ' deux entiers vérifiant la relation $\lambda\lambda' + \mu\mu' = 1$; on aura

$$(3)\quad \begin{cases} \psi(x,y) = \mathrm{D}(\lambda x + l\mu' y)^2 - 2q(\lambda x + l\mu' y)(-\mu x + l\lambda' y) \\ \qquad + p(-\mu x + l\lambda' y)^2 - k^2(p\mathrm{D} - q^2)y^2. \end{cases}$$

» On reconnaît immédiatement que ψ est primitive en même temps que φ; qu'elle a même déterminant et qu'elle appartient au même genre que la forme φ.

» *Réciproquement*, je dis que toute forme positive et primitive, ψ', du même genre que φ, est équivalente à une forme ψ, du type (3).

» En effet, d'après Gauss, à une solution $-l$, $k\lambda$, $k\mu$ de l'équation

$$l^2 - k^2\varphi(\lambda, \mu) = 1,$$

correspond une représentation propre d'une forme binaire, de déterminant $q^2 - p\mathrm{D}$, par la forme

$$\mathcal{F} = p\mathrm{X}^2 - 2q\mathrm{XY} + \mathrm{DY}^2 - (p\mathrm{D} - q^2)\mathrm{Z}^2;$$

et inversement. Pour déterminer cette forme binaire, il faut trouver six entiers α_i, β_i, γ_i, vérifiant les équations

$$(4)\qquad \alpha_1\beta_2 - \beta_1\alpha_2 = -l;\quad \beta_1\gamma_2 - \gamma_1\beta_2 = k\lambda;\quad \gamma_1\alpha_2 - \alpha_1\gamma_2 = k\mu,$$

et l'on obtient la forme binaire en faisant, dans $\mathcal{F}$,

$$\mathrm{X} = \alpha_1 x + \alpha_2 y;\quad \mathrm{Y} = \beta_1 x + \beta_2 y;\quad \mathrm{Z} = \gamma_1 x + \gamma_2 y.$$

» D'ailleurs, à toutes les solutions entières de (4) correspondent ainsi des formes binaires équivalentes entre elles. Une solution particulière de (4) est $\alpha_1 = -\mu$; $\alpha_2 = l\lambda'$; $\beta_1 = \lambda$, $\beta_2 = l\mu'$; $\gamma_2 = 0, \gamma_1 = k$, d'où résulte, comme forme binaire représentée par $\mathcal{F}$, la forme même qui constitue le second membre de (3).

» Ainsi, toute forme binaire, de déterminant $q^2 - p\mathrm{D}$, représentable proprement par $\mathcal{F}$, est équivalente à une forme du type (3); pour démontrer la réciproque énoncée plus haut, il suffit dès lors d'établir que la forme primitive, ψ', du même genre que φ, est proprement représentable par $\mathcal{F}$. Or, φ et ψ' étant du même genre, les formes $z^2 - \varphi$ et $z^2 - \psi'$ sont équivalentes; leurs adjointes (changées de signe),

$$\varphi(\mathrm{Y}, -\mathrm{X}) - (p\mathrm{D} - q'^2)\mathrm{Z}^2;\quad \psi'(\mathrm{Y}, -\mathrm{X}) - (p\mathrm{D} - q'^2)\mathrm{Z}^2,$$

le sont donc également, et dès lors, la forme ψ', représentable proprement par la seconde, l'est aussi par la première, qui coïncide avec $\mathcal{F}$.

» De toute cette analyse résulte le théorème suivant :

» *Si* $\varphi(x, y)$ *est une forme quadratique binaire positive, primitive, de déterminant impair* [1], *nous savons que tous les systèmes de deux relations singulières qui donnent naissance à des formes de la même classe que* φ *sont réductibles à l'un d'entre eux par des transformations* ordinaires *du premier ordre.*

» *Appliquons maintenant à ce système une transformation* singulière *de degré* 1; *il se change en un autre système singulier, et si* ψ *est la forme binaire associée à ce nouveau système, les formes (primitives)* φ *et* ψ *appartiennent au même genre. Réciproquement, si* ψ *est une forme primitive (proprement ou non) du même genre que* φ, *elle est associée à un système singulier, qui dérive du système initial par une transformation* singulière *du premier degré.*

» Sous une autre forme, les systèmes de deux relations singulières qui donnent naissance à des classes de formes binaires d'un même déterminant impair (ou impairement pair), et appartenant au même genre, sont réductibles à un seul d'entre eux par des transformations singulières du premier degré.

» Pour obtenir ainsi, en partant du système (2), tous les autres systèmes qui donnent naissance à des classes de formes du même genre, il faudra opérer comme il suit. Appelons solutions *fondamentales* de l'équation

$$z^2 - \varphi(x, y) = 1$$

des solutions dont on peut déduire linéairement toutes les autres, par les formules de transformation en elle-même de la forme $z^2 - \varphi(x, y)$; l'une sera $z = 1$, $x = y = 0$, soit $z = l_i$, $x = k_i\lambda_i$; $y = k_i\mu_i$ une quelconque des autres, λ_i et μ_i étant premiers entre eux : en appliquant au système (2) toutes les transformations singulières d'indices l_i, $k_i\lambda_i$, $k_i\mu_i$, on obtiendra tous les systèmes cherchés, et chacun une fois. Le nombre total des solutions fondamentales de l'équation $z^2 - \varphi(x, y) = 1$ est donc égal au nombre n des classes de formes du même genre que la forme initiale φ : par classe nous entendons, dans cette Note, l'ensemble des formes proprement ou improprement équivalentes entre elles.

» On admet, pour simplifier, que le genre considéré ne renferme pas de classe ambiguë.

» Si donc le point modulaire P est sur la courbe algébrique C, associée

---

[1] Ou impairement pair.

à la classe φ, les transformations singulières du premier degré lui font univoquement correspondre N points modulaires, au total, (P compris), N étant le nombre défini au Paragraphe III; $\frac{N}{n}$ de ces points sont sur la courbe C, qui admet ainsi $\frac{N}{n}$ transformations univoques (et involutives) en elle-même; les autres, par groupes de $\frac{N}{n}$ points, sont les courbes C_1, C_2, ..., associées aux classes de formes binaires positives, primitives, du même genre que φ. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Étude de la combinaison de l'acide carbonique et de l'hydrure de potassium.* Note de M. **Henri Moissan**.

« En 1899 nous avons démontré que si, au contact du verre, un volume assez grand de gaz fluor renfermait une trace d'acide fluorhydrique, cet acide attaquait le silicate, fournissait une petite quantité d'eau et cette dernière, détruite par le fluor, reproduisait de l'acide fluorhydrique qui poursuivait ainsi son action décomposante. Dès lors, une très faible quantité d'acide fluorhydrique pouvait déterminer la combinaison totale d'un grand excès de fluor avec le silicium et les alcalis du verre. Nous avons établi ensuite que ce fluor, exempt d'acide fluorhydrique, n'attaquait plus le verre dans l'espace de quelques heures ou de quelques jours même à la température de 100° [1]. Cette étude de l'action d'une trace d'impureté sur la combinaison a été reprise à propos de l'union directe de l'acide carbonique et de l'hydrure de potassium, réaction qui se fait à la température ordinaire, et qui fournit un formiate alcalin [2].

» Nous avons remarqué que, dans nos premières expériences, tantôt l'hydrure de potassium se combinait à l'acide carbonique avec incandescence, et que tantôt, au contraire, la combinaison se produisait plus lentement et avec un dégagement de chaleur modéré. De plus, si l'on fait passer un courant d'acide carbonique simplement desséché par du chlorure de calcium dans deux tubes à hydrure disposés à la suite l'un de l'autre, la production du formiate ne se fait que dans le premier tube.

» L'état physique de l'hydrure que l'on peut obtenir en cristaux très

---

(1) H. Moissan, *Action de l'acide fluorhydrique et du fluor sur le verre* (*Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 799).

(2) H. Moissan, *Sur une nouvelle synthèse de l'acide formique* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 136).

fins ou en masse plus ou moins poreuse, peut intervenir pour modifier le dégagement de chaleur dû à la réaction. Mais, si nous préparons cet hydrure dans des conditions identiques, conditions que nous avons indiquées précédemment, on reconnaît bientôt que des traces d'humidité peuvent exercer une influence très grande sur la marche de la réaction.

» Nous avons commencé par faire réagir de l'acide carbonique aussi exempt d'humidité que possible, sur l'hydrure de potassium.

» L'hydrogène qui servait à préparer l'hydrure était obtenu par la décomposition de l'acide sulfurique étendu au moyen de zinc purifié. Le gaz, après avoir traversé un tube de cuivre porté au rouge, était séché par de la potasse fraîchement fondue, puis par son passage dans de longs tubes remplis de fils tassés de sodium. L'acide carbonique était séché, lui aussi, par de la potasse fondue et par des fils de sodium bien brillants. Les gaz ainsi préparés ne donnaient pas traces de fumée au contact du fluorure de bore. On peut encore dessécher ces gaz en les faisant passer lentement dans un tube à boules maintenu à la température d'ébullition de l'oxygène liquide.

» Dans ces expériences, la difficulté réside surtout dans la dessiccation complète des appareils de verre dans lesquels doivent se faire les réactions. Nous avons banni, dans toutes nos expériences, l'emploi du caoutchouc, qu'il est impossible de sécher, ainsi que celui des robinets. Nous avons remplacé ces derniers par des tubes à mercure, que nous décrirons dans le Mémoire qui sera publié ultérieurement aux *Annales de Chimie*. Les différentes parties de l'appareil étaient réunies par des tubes de plomb en spirales, au moyen de mastic Golaz.

» Les tubes qui devaient renfermer l'hydrure étaient en verre de Bohême, ils avaient été nettoyés avec le plus grand soin par l'acide sulfurique, par un mélange d'acides sulfurique et chromique et enfin par de l'eau récemment distillée, de façon à détruire toutes les poussières qui adhéraient à leur surface interne. Nous avons employé, pour ces essais, différentes espèces de verre : Bohême, Iéna ou verre ordinaire à base de soude. La nature du verre n'a changé en rien les résultats, à la condition que tous ces verres aient été longuement desséchés avec beaucoup de soin. Nous rappellerons que, dans les curieuses expériences de M. Brereton Baker (1) sur la non-combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène au rouge sombre, le verre d'Iéna seul avait pu être utilisé.

(1) Brereton Baker, *The union of hydrogen and oxygen* (*Journal of the chemical Society*, Vol. LXXXI, 1902, p. 400).

» Dans certaines de nos expériences, après un dégagement continu de gaz sec, nous avons même été jusqu'à faire le vide dans l'appareil porté à 130° de façon à enlever les dernières traces d'humidité qui sont imprégnées dans les couches plus ou moins profondes du verre.

» Dans ces conditions, en variant du reste la forme de ces expériences, nous avons pu préparer, dans un tube de verre horizontal traversé par un courant d'hydrogène sec, un hydrure de potassium d'état physique à peu près constant. Au moyen d'un fort aimant, on entraîne la nacelle qui contient l'excès de métal alcalin à l'extrémité du tube. Puis on laisse refroidir le tube à hydrure, on arrête le courant d'hydrogène, et l'on fait arriver le gaz acide carbonique sec. En l'absence de vapeur d'eau, il n'y a pas de combinaison à la température ordinaire entre l'acide carbonique et l'hydrure de potassium. Nous avons maintenu pendant plusieurs jours les deux corps en présence sans qu'aucune réaction visible ne se produise (1).

» Si l'on élève alors lentement, au moyen d'un bain-marie, la température du tube à hydrure rempli d'acide carbonique, on voit se produire un changement brusque à + 54°. La surface de l'hydrure, qui était complètement blanche, fonce aussitôt, devient jaune, et les pointements de quelques cristaux prennent même une teinte foncée. En même temps, si l'on opère dans une salle peu éclairée, on voit une petite flamme non éclairante courir à la surface de l'hydrure.

» Cette expérience a été répétée bien des fois et toujours nous avons constaté que la combinaison se produisait à cette température de + 54°.

» Nous avons cherché alors à reconnaître quelle était la quantité d'eau nécessaire pour déterminer cette réaction à la température ordinaire. Pour cela, nous avons disposé un appareil monté avec toutes les précautions que nous avons indiquées précédemment, dans lequel le courant d'acide carbonique sec pouvait, à un certain moment, traverser un tube en U contenant une petite quantité d'eau solide maintenue à une température déterminée. Dans ces conditions, l'acide carbonique se mélangeait à la quantité de vapeur d'eau correspondant à la tension de la glace pour cette température.

---

(1) Nous n'avons étudié, dans cette première série d'expériences, que la réaction brusque de l'acide carbonique sur l'hydrure qui se produit souvent avec flamme; nous aborderons plus tard l'étude de la réaction lente qui précède peut-être cette combinaison vive.

» Nous avons reconnu alors que, à la température de — 20°, la glace fournissait une quantité de vapeur d'eau bien suffisante pour déterminer l'union directe de l'acide carbonique et de l'hydrure; mais nous avons reconnu aussi que cette température était loin d'être un minimum car les tubes de plomb, et surtout les tubes de verre, quand ils ont été privés d'humidité par le passage prolongé d'un courant de gaz sec, retenaient les traces de vapeur d'eau introduites dans notre acide carbonique.

» L'avidité du verre sec pour l'humidité est si grande qu'il faut plusieurs heures pour que l'acide carbonique saturé d'eau à — 20° arrive humide au contact de l'hydrure et, dans ces conditions, les expériences ne sont plus comparables.

» Nous avons alors changé notre mode d'expérimentation. On disposait à une extrémité du tube, dans lequel on devait préparer l'hydrure, une petite ampoule scellée contenant du mercure et une quantité d'eau dont le poids a varié de 3^{mg} à $\frac{1}{5}$ de milligramme. Le tube était séché comme d'habitude par le courant d'hydrogène sec. L'hydrure était ensuite obtenu. La nacelle de fer, renfermant l'excès de potassium, était conduite avec un fort aimant à l'autre extrémité du tube. Nous faisions arriver alors le courant d'acide carbonique sec, puis on scellait le tube de verre de façon à enfermer l'ampoule contenant l'eau, l'hydrure et l'acide carbonique sec [1]. Aucune réaction ne s'était produite même après plusieurs jours. Nous avons alors refroidi l'extrémité inférieure de cet appareil dans l'oxygène liquide à — 182°,5 et, par une légère secousse, nous avons brisé l'ampoule contenant l'eau et le mercure solide. Le mercure qu'elle contenait servait de marteau intérieur. Dans ces conditions, l'eau et l'acide carbonique sont solides, aucune combinaison ne se produit.

» Nous avons ensuite placé l'extrémité du tube dans un mélange moins froid, à — 90°; l'hydrure ne s'échauffait pas et ne se colorait pas. Mais, aussitôt que la température atteint — 85°, la neige d'acide carbonique reprend rapidement l'état gazeux, et la combinaison de l'hydrure et de l'acide carbonique se produit avec un dégagement de chaleur très notable. Cette expérience a été répétée plusieurs fois; les résultats ont toujours été semblables.

» Par contre, lorsque la même expérience est faite sans briser l'ampoule qui contient l'eau, on peut solidifier l'acide carbonique et lui laisser

(1) Nos tubes contenaient de 50^{cm^3} à 60^{cm^3} d'acide carbonique et de $0^g,5$ à 1^g d'hydrure.

reprendre plus ou moins vite l'état gazeux, sans jamais produire la combinaison. Par conséquent, la quantité d'eau correspondant à la tension de la glace à — 85° est suffisante pour produire la combinaison de l'hydrure de potassium et de l'acide carbonique.

» Nous ajouterons que, par des expériences directes, nous nous sommes assurés que cette quantité d'eau est inférieure à $\frac{1}{4}$ de milligramme.

» L'étude de cette réaction a été poursuivie avec les hydrures de sodium, de rubidium et de césium, et nous avons reconnu de même que ces hydrures ne s'unissent pas, à la température ordinaire, à l'acide carbonique parfaitement desséché, mais que la combinaison est immédiate en présence d'une trace d'eau.

» Ces expériences ont été répétées dans les mêmes conditions avec des traces d'acide chlorhydrique et des traces de gaz ammoniac, sans que ces impuretés aient suffi pour produire la combinaison de l'hydrure de potassium et de l'acide carbonique.

» En résumé, nous avons, dans cette synthèse des formiates alcalins, un exemple du rôle que peut jouer une très petite quantité d'eau dans une réaction. Nous avons établi expérimentalement que, de — 85° à + 54°, l'hydrure de potassium ne se combinait pas à l'acide carbonique gazeux absolument sec. Dans cet intervalle de température, la trace d'eau correspondant à la tension de vapeur de la glace à — 85° suffit pour déterminer la réaction, grâce à la chaleur qu'elle dégage par la décomposition violente d'une très petite quantité d'hydrure alcalin. Dès que la réaction est allumée en un point, elle dégage assez de chaleur pour se continuer et rapidement elle devient totale. Dans nos expériences sur la combinaison brusque de l'acide carbonique et de l'hydrure, l'influence de cette trace d'eau est seule importante, l'influence de la variation de température entre — 85° et + 54° est nulle. »

ZOOLOGIE. — *Sur les causes physiologiques qui ont déterminé la constitution du type* MOLLUSQUE. Note de MM. **EDMOND PERRIER** et **CH. GRAVIER**.

« La comparaison du système nerveux central du Nautile tel qu'il a été décrit dans une Note précédente [1] par M. Charles Gravier, avec celui des Mollusques de la période primaire, ses contemporains, les *Chiton*, les

[1] *Comptes rendus*, 16 mars 1903.

Pleurotomaires et les autres Gastropodes diotocardes, ou même les Lamellibranches archaïques ([1]), met en pleine lumière de frappantes ressemblances entre ces animaux. En fait, le système nerveux des Nautiles reproduit, en le condensant, de manière à en faire deux anneaux circulaires confondus du côté dorsal, le système nerveux du *Chiton;* celui des Diotocardes les plus anciens ne fait qu'y ajouter, en quelque sorte, une commissure viscérale tordue en huit, et qui est elle-même corrélative de l'existence d'une puissante hernie dorsale enroulée en hélice, dans laquelle ont émigré le plus grand nombre des viscères, et qui est protégée par la coquille. C'est essentiellement par l'existence de cette gibbosité dorsale que les Nautilidæ et les Gastropodes diotocardes se distinguent des Mollusques vermiformes et à corps nettement segmenté, qui constituent l'ordre des Chitonidæ. Ces derniers paraissant être, dans l'état actuel de nos connaissances, les plus primitifs des Mollusques, on est conduit à se demander comment ils ont pu acquérir la bosse dorsale qui caractérise les autres Mollusques et comment cette bosse est devenue dissymétrique et enroulée en hélice chez les Gastropodes. Étant donnés les faits anatomiques que nous venons de rappeler, l'application rigoureuse des principes fondamentaux de l'Embryogénie tels que nous les concevons et quelques considérations physiologiques des plus simples jettent dès à présent sur ce problème une assez vive lumière.

» Il paraît d'abord de toute évidence qu'une gibbosité telle que celle des Nautiles et des Gastropodes n'aurait pu pousser comme un obélisque, *contrairement à l'action de la pesanteur,* sur le dos d'un Mollusque rampant. Il n'y a qu'un seul moyen de concilier la formation de cet obélisque avec les indications du simple bon sens; c'est de supposer que les Chitonidæ ont d'abord donné naissance à un animal précurseur des Mollusques, qui nageait le dos tourné vers le bas et le ventre vers le haut ([2]). La transformation d'un Mollusque rampant en un Mollusque nageur n'a rien qui puisse surprendre : les Carinaires, les Firoles sont ainsi des Gastropodes proso-

---

([1]) P. Pelseneer, *Recherches morphologiques sur les Mollusques archaïques* (*Mémoires couronnés* de l'Académie des Sciences de Belgique, 1898-1899).

([2]) A.-E. Veirill [*The Molluscan archeetype considered as veligerlike form* (*American Journal Sc.,* 1896)] et A. Götte [*Bemerkungen zur Entwickelungs geschichte der Mollusken* (*Verh. der zoolog. Gesellschaft,* 1896) ont déjà admis que l'ancêtre précurseur des Mollusques était nageur, mais le type qu'ils ont imaginé eût été justement incapable de nager.

branches devenus nageurs; les Aplysies et tous les Ptéropodes sont un autre exemple d'une telle transformation opérée chez les Opisthobranches. Or presque tous ces Mollusques nagent réellement le dos en bas, le ventre en haut. L'embryogénie conduit à la même conclusion : les larves de presque tous les Gastropodes marins sont nageuses, possèdent une vaste expansion natatoire, le *velum*, et nagent le dos en bas. D'autre part, le plus ancien des Céphalopodes actuels, le Nautile, nage également dans la même attitude au moyen des lobes membraneux qui entourent sa tête quand il s'épanouit. Il s'agit d'ailleurs, dans tous ces cas, non pas d'animaux flottants, mais d'animaux obligés de faire effort pour nager contre l'action de la pesanteur qui sollicite à pendre dans l'eau toutes les parties lourdes de leur corps, tandis que les parties rapprochées des organes de natation tendent au contraire à s'élever sous leur action. Dans ces conditions, la formation de la hernie dorsale était fatale, pour ainsi dire. De plus, si l'animal avait une coquille lourde, il devait tendre à s'en séparer, et l'on s'explique ainsi, par un simple étirement de la région postérieure du corps fixé par son extrémité à la coquille, la formation du *siphon* des NAUTILIDÆ, tandis que celle des cloisons successives de cette coquille est la conséquence du retrait progressif de l'animal.

» La natation dans le sens vertical, ou même une translation peu active, a permis la formation de ces coquilles droites, parfois gigantesques, qui abondent dans les terrains primaires, telles que celles des *Orthoceras* parmi les Céphalopodes, des *Tentaculites* parmi les Gastropodes.

» L'action de la pesanteur se produit d'ailleurs aussi bien sur les viscères que sur la coquille. Elle a pour effet d'entraîner vers le bas le sommet de l'anse intestinale remplie d'aliments, d'éloigner l'anus de l'extrémité postérieure du pied, de l'amener d'abord au contact de la coquille, puis de l'entraîner à son intérieur, en déterminant la formation d'une sorte de chambre anale dont la paroi externe constitue le *manteau*. Dans cette cavité, un certain nombre des feuillets branchiaux du *Chiton* primitif sont entraînés, et la chambre anale devient ainsi une chambre branchiale telle que celle du Nautile, située en arrière de l'animal. Certains stades larvaires de Troques figurés par M. Robert indiquent nettement ce processus.

» Le Mollusque futur étant arrivé à ce point, le mouvement de translation dans le sens de la bouche doit rabattre sa coquille sur les branchies, et l'animal est ainsi amené à l'incliner en avant, tandis que tout mouvement de descente doit la relever vers le haut; la translation a dès lors pour effet de déterminer un enroulement en *spirale* de la coquille. Une telle

coquille développée dans un milieu symétrique, sur un animal lui-même symétrique, sera, nécessairement, symétrique par rapport à un plan. C'est ce qui arrive précisément, parmi les Céphalopodes, pour les Nautilidæ et les Ammonitidæ.

» D'autre part, des Gastropodes tout à fait primitifs, les Bellérophons, réalisent à souhait toutes ces conditions. Leur coquille fendue à partir de son ouverture indique clairement que ces animaux étaient apparentés aux Pleurotomaires, aux Fissurelles et aux Haliotides, et possédaient deux branchies; mais la forme évasée de l'ouverture de la coquille indique que des lobes natatoires devaient s'étaler au-dessus d'elle et sa symétrie parfaite montre que, si la hernie dorsale s'était enroulée en spirale, elle n'avait encore subi aucune torsion. Nous ne pouvons connaître directement le sens de l'enroulement chez les Bellérophons; mais les observations embryogéniques de M. Boutan sur les Fissurelles, celles toutes récentes de M. Robert sur les Troques montrent que chez ces Mollusques auxquels se rattachent étroitement les Bellérophons, un enroulement spiral dirigé en avant, endogastrique comme on dit, présente la torsion; c'était certainement, dès lors, celui des Bellérophons dont les branchies étaient, par conséquent, postérieures comme celles des Nautiles et non pas antérieures comme celles des autres Gastropodes. On arrive ainsi à une reconstitution précise, tout à fait rationnelle, et fort différente de ce qu'on en pensait autrefois, de ces singuliers animaux dont la larve nageuse actuelle, si constante, des Gastropodes marins n'est vraisemblablement qu'une reproduction patrogénique secondairement modifiée.

» Après avoir nagé plus ou moins longtemps, cette larve devient rampante. Une modification dans le genre de vie qui se produit actuellement sous nos yeux d'une manière constante, au cours du développement embryogénique, peut être considérée, d'après la loi fondamentale même de l'embryogénie, comme l'indication d'un changement analogue qui s'est produit, au cours des temps, dans le genre de vie des ancêtres des Mollusques, et enlève en tous cas toute invraisemblance à un tel changement. Mais, dès qu'il s'est produit, les conditions de la respiration sont redevenues mauvaises. La reptation dans le sens de la bouche a eu pour effet de rabattre sur le pied la coquille enroulée en avant et, par conséquent, de fermer l'orifice de la chambre branchiale. L'animal n'a eu, dès lors, qu'un moyen pour dégager cet orifice: c'est de tordre par une contraction appropriée de ses muscles la base de sa hernie dorsale et de ramener peu à peu l'orifice branchial en avant. Il est alors devenu nécessairement dis-

symétrique et, comme cela a été déjà expliqué par divers auteurs [1], tous les traits caractéristiques de l'organisation des Gastropodes dont les viscères d'une moitié du corps s'atrophient presque entièrement et dont l'anse nerveuse viscérale se tord en forme de 8 se sont dès lors graduellement réalisés.

» Tout récemment encore on a opposé à cette explication physiologique du Mollusque Gastropode cette objection que les phénomènes de torsion du Mollusque se produisent avant que ses branchies soient développées et par conséquent sans utilité ; que d'autre part la coquille est déjà tordue alors que la larve nage encore, ce qui semble exclure toute intervention de la reptation dans la torsion; mais c'est là justement l'erreur d'interprétation des phénomènes embryogéniques qui a brouillé toutes les indications de l'Anatomie comparée et masqué aux zoologistes la simplicité avec laquelle les principes de Lamarck permettent d'expliquer les formes animales. Toutes ces objections ont pour point de départ la méconnaissance d'une cause permanente de modification des phénomènes embryogéniques à laquelle nous avons donné le nom de *Tachygenèse* ou *accélération embryogénique* et dont nous avons étudié les effets dans un travail d'ensemble que nous présenterons à l'Académie dans une prochaine séance. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le siège et la nature des images hypnagogiques.* Note de M. YVES DELAGE.

« La question de savoir si les images hypnagogiques sont rétiniennes ou cérébrales n'est pas encore tranchée : les uns, avec Maury, les localisent sur la rétine; les autres, avec Hervey de Saint-Denis, les considèrent comme des projections d'images purement mentales. La controverse risque de ne pas aboutir si l'on s'en tient aux procédés de l'introspection ou de l'observation banale, tandis qu'il existe un moyen physiologique et certain de savoir ce qu'il en est. Les images hypnagogiques seront rétiniennes si elles suivent les mouvements des yeux; elles seront cérébrales dans le cas contraire. Tout le monde sait que les images purement rétiniennes, comme les images dites *accidentelles* ou *secondaires* que l'on obtient en fermant les

---

(1) LANG, *Versuch einer Erklärung des Organismus der Gasteropoden* (*Viertel-jähr. Naturforsch. Gesellschaft,* Zurich, 1891).

yeux après avoir regardé un objet brillant, suivent l'œil dans tous ses mouvements par rapport à l'orbite : et il n'en saurait être autrement puisqu'elles sont dues à une modification localisée de la rétine et invariablement liées à elle dans tous ses mouvements. Au contraire, une image purement cérébrale, comme une apparition dans un cauchemar, occupe, par rapport au patient, une position donnée qui ne varie point avec les mouvements des yeux. Que le patient regarde en haut ou en bas, à droite ou à gauche, l'image reste où elle est, tandis qu'une image rétinienne, accidentelle ou autre, se porte, dans les mêmes conditions, en haut ou en bas, à droite ou à gauche.

» Après une longue attente, j'ai eu enfin l'occasion d'observer des images hypnagogiques et j'ai constaté qu'elles suivent le mouvement des yeux : elles sont donc rétiniennes.

» Tel est le fait en gros. Mais une analyse plus détaillée du phénomène m'a permis de constater que l'image hypnagogique est en réalité une image mixte, ayant pour substratum une *lueur entoptique* à laquelle est liée, mais à laquelle se superpose une image cérébrale.

» Voici, en effet, ce que j'ai observé :

» Après avoir constaté que l'image hypnagogique suivait les mouvements des yeux, j'ai attendu qu'elle se dissipât, et j'ai vu alors qu'il restait après elle une lueur entoptique de même forme et de même couleur, mais d'un dessin beaucoup plus vague et d'une intensité beaucoup plus faible. La forme et la couleur de la lueur entoptique sont suffisamment précises pour que l'on reconnaisse sans la moindre hésitation sa conformité avec l'image hypnagogique à laquelle elle sert de substratum, lorsque celle-ci est représentée dans la conscience par un souvenir tout récent, mais trop indécises pour susciter l'idée de l'objet que représente l'image hypnagogique si l'attention n'est pas attirée sur cet objet. Il en résulte que la lueur entoptique n'est pas le *primum movens*, et la succession des phénomènes me paraît être la suivante :

» Des images mentales se forment, déterminées par une cause quelconque, telle que le réveil d'une impression perçue à l'état de veille et inhibée par les impressions intercurrentes, ainsi que je l'ai montré antérieurement ([1]), et ayant leur siège sur l'écorce cérébrale. D'autre part, les lueurs entoptiques ayant leur siège sur la rétine donnent des images

([1]) Y. Delage, *Essai sur la théorie du rêve* (*Revue scient.*, vol. XLVIII, 1891, p. 40-49).

qui se présentent comme des ensembles indéfiniment variés de taches colorées passant devant les yeux. Ces deux sortes d'images se superposent et, lorsqu'il arrive qu'une image de la première catégorie présente avec une image de la seconde une ressemblance fortuite suffisante, elles s'accrochent l'une à l'autre instantanément et forment une image mixte, intense, solide, fortement extériorisée, qui doit à sa portion cérébrale sa ressemblance étroite avec l'objet (imaginaire ou réel) qu'elle représente et à sa portion rétinienne son extériorisation.

» Bergson (1) a récemment fondé, sur les lueurs entoptiques, une théorie du rêve, d'ailleurs peu différente de celle de Maury. La ressemblance entre les images hypnagogiques et celles qui peuplent nos rêves est telle, tant par la nature des caractères que par les conditions de formation, que les explications valables pour les premières sont applicables aussi aux dernières. Il en résulte que les lueurs entoptiques peuvent jouer un rôle important dans le rêve, mais que, d'ordinaire au moins, elles ne sont pas la cause initiale de ceux-ci : leur rôle consiste surtout à faciliter et accentuer leur extériorisation.

» Ces phénomènes appartenant autant à la psychologie qu'à la physiologie, je ne veux point insister ici sur leur description ni sur les considérations qui en découlent. Ces points seront exposés avec le détail qu'ils comportent dans un autre Recueil. »

MÉCANIQUE. — *Sur les ondes au sein d'un milieu vitreux, affecté de viscosité et très peu déformé.* Note de M. **P. Duhem.**

« Dans une précédente Communication (2) nous avons indiqué quelles ondes pouvaient persister en un milieu vitreux, affecté de viscosité et très peu déformé; mais nous nous étions borné à un cas particulier; nous nous proposons aujourd'hui de généraliser notre analyse.

» Nous énoncerons d'abord le lemme suivant, qui est vrai pour un milieu quelconque, affecté de déformations infiniment petites ou finies, et qui constitue une pure proposition de Cinématique :

» *Si une onde sépare constamment les deux mêmes parties du milieu, et si*

(1) H. Bergson, *Le Rêve*, Conférence faite à l'Institut psychologique (*Revue scient.*, 4e série, t. XV, 8 juin 1901, n° 23, p. 705-713).

(2) *Sur le mouvement des milieux vitreux, affectés de viscosité et très peu déformés* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 9 mars 1903, p. 592).

elle est d'ordre ν *par rapport aux composantes* ξ, η, ζ *du déplacement, elle est d'ordre* $(\nu-1)$ *par rapport à la densité* ρ, *et au moins d'ordre* ν *par rapport aux composantes* u, v, w *de la vitesse. Si, au contraire, l'onde se propage au sein du milieu, elle est encore d'ordre* $(\nu-1)$ *par rapport à la densité* ρ, *mais, en général, elle est également d'ordre* $(\nu-1)$ *par rapport à* u, v, w.

» Cela posé, cherchons quelles ondes du second ordre par rapport à u, v, w peuvent persister en un milieu vitreux, visqueux, et toujours très peu déformé, ce qui le suppose animé de mouvements très petits.

» Imaginons que la vitesse de propagation $\mathfrak{N}$ soit différente de o; l'onde sera du troisième ordre par rapport à ξ, η, ζ.

» Une telle onde est, en général, du premier ordre par rapport à ν_x, ν_y, ν_z, τ_x, τ_y, τ_z; si nous désignons, par exemple, par ν_{x1}, ν_{x2} les deux déterminations, analytiquement distinctes, que prend ν_x de part et d'autre de cette onde, nous pourrons, en tout point de l'onde, écrire trois équations dont la première est

$$(1) \qquad \frac{\partial(\nu_{x2}-\nu_{x1})}{\partial a}+\frac{\partial(\tau_{z2}-\tau_{z1})}{\partial b}+\frac{\partial(\tau_{y2}-\tau_{y1})}{\partial c}=0.$$

» Si nous désignons par $\mathfrak{U}$, $\mathfrak{V}$, $\mathfrak{W}$, les composantes du vecteur d'Hadamard relatif à la vitesse u, v, w, ces trois équations deviennent

$$(2) \qquad \left\{\begin{aligned}(\Lambda+\mathrm{M})(l\mathfrak{U}+m\mathfrak{V}+n\mathfrak{W})\,l+\mathrm{M}\mathfrak{U}=0,\\ (\Lambda+\mathrm{M})(l\mathfrak{U}+m\mathfrak{V}+n\mathfrak{W})\,m+\mathrm{M}\mathfrak{V}=0,\\ (\Lambda+\mathrm{M})(l\mathfrak{U}+m\mathfrak{V}+n\mathfrak{W})\,n+\mathrm{M}\mathfrak{W}=0,\end{aligned}\right.$$

l, m, n étant les cosinus directeurs de la normale à l'onde.

» Si l'on observe que l'on a

$$\Lambda+2\mathrm{M}>0, \qquad \mathrm{M}>0,$$

on tire de ces égalités

$$\mathfrak{U}=0, \qquad \mathfrak{V}=0, \qquad \mathfrak{W}=0.$$

Une onde du second ordre par rapport à u, v, w, ne peut donc persister dans notre milieu que si l'on a

$$(3) \qquad \mathfrak{N}=0.$$

Une démonstration semblable s'applique aux ondes dont l'ordre par rapport à u, v, w, surpasse 2.

» Pour les ondes du premier ordre par rapport à u, v, w, la démonstra-

tion doit être légèrement modifiée. Si l'on suppose encore que la vitesse de propagation de l'onde est différente de o, on doit, en tout point de l'onde, écrire non plus les trois égalités (1), mais trois égalités dont la première est

$$(4) \qquad (\nu_{x2} - \nu_{x1})l + (\tau_{z2} - \tau_{z1})m + (\tau_{y2} + \tau_{y1})n = 0.$$

» Si l'on désigne encore par $\mathfrak{U}$, $\mathfrak{V}$, $\mathfrak{W}$ les composantes du vecteur d'Hadamard relatif à la vitesse u, v, w, on retrouve les égalités (2) et, partant, les conséquences qui s'en déduisent.

» Les démonstrations dont nous venons d'esquisser la marche conduisent à la proposition suivante :

» *Si un milieu vitreux, affecté de viscosité et très peu déformé, ce qui suppose ses mouvements toujours très petits, est le siège d'une onde persistante, cette onde sépare sans cesse les deux mêmes parties du milieu. Si cette onde est d'ordre* $n(n \geqq 1)$ *pour les composantes* u, v, w *de la vitesse, elle est d'ordre* $(n-1)$ *pour la densité* ρ *et pour les six grandeurs* N_x, N_y, N_z, T_x, T_y, T_z. *Si le milieu est conducteur de la chaleur, elle est d'ordre n par rapport à la température* T; *mais si le milieu est privé de conductibilité, elle est d'ordre* $(n-1)$ *par rapport à* T.

» Nous verrons que cette proposition s'étend aux milieux vitreux, affectés de viscosité, qui ont subi des déformations finies. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle espèce de lumière.* Note de M. **R. Blondlot.**

« Les radiations émises par un tube focus sont filtrées à travers une feuille d'aluminium ou un écran de papier noir, afin d'éliminer les rayons lumineux qui pourraient les accompagner. En étudiant ces radiations au moyen de leur action sur une petite étincelle, j'ai reconnu qu'elles présentent, dès leur émission, la polarisation rectiligne. J'ai constaté de plus que, lorsque ces radiations traversent une lame de quartz normale à l'axe, ou un morceau de sucre, leur plan d'action subit une rotation comme le plan de polarisation d'un faisceau de lumière ([1]).

» Je me demandai alors si l'on obtiendrait aussi une rotation en faisant passer les radiations du tube focus à travers une pile de micas de Reusch;

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXVI, 2 février 1903, p. 284.

je constatai en effet une rotation de 25° à 30° dans le même sens que celle de la lumière polarisée. Cette action de la pile de micas me fit de suite penser qu'une seule lame de mica devait agir, et que cette action devait être la dépolarisation, ou plutôt la production de la polarisation elliptique ; c'est en effet ce qui a lieu : l'interposition d'une lame de mica, orientée de façon que son axe fasse un angle de 45° avec le plan d'action des radiations émises par le tube, détruit leur polarisation rectiligne, car leur action sur la petite étincelle demeure sensiblement la même quel que soit l'azimut de celle-ci. Si l'on interpose une seconde lame de mica, identique à la première, de façon que les axes des deux lames soient perpendiculaires l'un à l'autre, la polarisation rectiligne est rétablie; on peut également la rétablir en employant un compensateur de Babinet : par conséquent, on a bien affaire à la polarisation elliptique.

» Maintenant, si la lame de mica change la polarisation rectiligne en polarisation elliptique, il faut que cette lame soit biréfringente pour les radiations qu'elle transforme ainsi. Mais, si la double réfraction existe, il faut, *a fortiori*, que la réfraction simple existe, et ainsi je fus conduit à examiner si, en dépit de toutes les tentations infructueuses faites pour rechercher la réfraction des rayons X, je n'obtiendrais pas la déviation par un prisme. J'installai alors l'expérience suivante : un tube focus envoie à travers un écran d'aluminium un faisceau de rayons limité par deux fentes verticales pratiquées dans deux lames de plomb parallèles, épaisses de 3^{mm}. La petite étincelle est disposée à côté du faisceau, à une distance telle qu'elle ne puisse être atteinte, même pour la pénombre : on s'en assure en constatant que l'interposition d'une lame de plomb ne la diminue pas. Maintenant, interposons dans le faisceau un prisme équilatéral en quartz, l'arête réfringente du côté opposé à l'étincelle : si le prisme est convenablement orienté, l'étincelle devient beaucoup plus brillante; lorsque l'on enlève le prisme, l'étincelle redevient plus faible. Ce phénomène est bien dû à une réfraction, car, si l'on change l'orientation du prisme, ou si on le remplace par une lame de quartz à faces parallèles, on n'observe plus aucun effet. On peut encore faire l'expérience d'une autre manière : on fait d'abord tomber le faisceau sur l'étincelle, puis on le dévie à l'aide du prisme; on recherche alors le faisceau en déplaçant latéralement l'étincelle, et l'on trouve qu'il est dévié vers la base du prisme, comme dans le cas de la lumière.

» La réfraction constatée, j'ai de suite essayé de concentrer les rayons

au moyen d'une lentille de quartz. L'expérience réussit aisément; on obtient l'image de l'anticathode, extrêmement bien définie comme grandeur et comme distance par un plus grand éclat de la petite étincelle.

» L'existence de la réfraction rendait celle de la réflexion régulière extrêmement probable. Celle-ci existe en effet : à l'aide d'une lentille de quartz, ou bien d'une lentille formée d'une enveloppe de corne très mince remplie d'essence de térébenthine, je produis un foyer conjugué de l'anticathode, puis j'intercepte le faisceau sortant par une lame de verre poli placée obliquement : j'obtiens alors un foyer exactement symétrique par rapport au plan de réflexion, de celui qui existait avant son interposition. Avec une lame de verre dépoli, on n'a plus de réflexion régulière, mais on observe la diffusion.

» Si l'on dépolit la moitié d'une lame de mica, la moitié polie laisse passer les radiations, et la moitié dépolie les arrête.

» L'emploi d'une lentille permet de répéter les expériences de réfraction par le prisme dans des conditions beaucoup plus précises, en employant le dispositif de Newton pour obtenir un spectre pur.

» De tout ce qui précède il résulte que les rayons que j'ai ainsi étudiés ne sont pas ceux de Röntgen, puisque ceux-ci n'éprouvent ni la réfraction, ni la réflexion. En fait, la petite étincelle révèle une nouvelle espèce de radiations émises par le tube focus : ces radiations traversent l'aluminium, le papier noir, le bois, etc.; elles sont polarisées rectilignement dès leur émission, sont susceptibles des polarisations rotatoire et elliptique, se réfractent, se réfléchissent, se diffusent, mais ne produisent ni fluorescence, ni action photographique.

» J'ai cru reconnaître que, parmi ces rayons, il y en a dont l'indice dans le quartz est voisin de 2, mais il en existe probablement tout un spectre, car, dans les expériences de réfraction par un prisme, le faisceau dévié semble occuper une grande étendue angulaire. L'étude de cette dispersion reste à faire, ainsi que celle des longueurs d'onde.

» En diminuant progressivement l'intensité du courant qui actionne la bobine d'induction, on obtient encore les nouveaux rayons, alors même que le tube ne produit plus aucune fluorescence et est lui-même absolument invisible dans l'obscurité; ils sont toutefois alors plus faibles. On peut aussi les obtenir d'une manière continue, à l'aide d'une machine électrique donnant quelques millimètres d'étincelle.

» J'avais attribué précédemment aux rayons de Röntgen la polarisation, laquelle appartient en réalité aux nouveaux rayons; il était impossible

d'éviter cette confusion avant d'avoir observé la réfraction, et ce n'est qu'après cette observation que j'ai pu reconnaître avec certitude que je n'avais pas affaire aux rayons de Röntgen, mais bien à une nouvelle espèce de lumière.

» Il est intéressant de rapprocher ce qui précède de l'opinion émise par M. Henri Becquerel que, dans certaines de ses expériences, « des appa-» rences identiques à celles qui donnent la réfraction et la réflexion totale » de la lumière pourraient avoir été produites par des rayons lumineux » ayant traversé l'aluminium ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Décomposition catalytique de l'alcool éthylique par les métaux divisés : formation régulière d'aldéhyde.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« L'alcool éthylique ne commence à se détruire sous l'action de la chaleur seule qu'au-dessus de 500°. M. Berthelot, qui a étudié soigneusement cette décomposition, a montré qu'elle procède de deux réactions principales : le dédoublement en eau et éthylène, et le dédoublement en aldéhyde et hydrogène; mais, à cause de la température élevée qui est atteinte, les produits formés réagissent les uns sur les autres, et il en résulte un système final très complexe où, à côté de l'éthylène et de l'aldéhyde, se montrent le formène, l'acétylène, l'éthane et les divers carbures pyrogénés, benzène, napthaline, etc., ainsi que l'oxyde de carbone, l'anhydride carbonique (*Traité de Chimie organique*, p. 164; 1872 et éditions suivantes). Jahn a indiqué (*Ber.*, t. XIII, p. 987) que l'alcool chauffé à 300°-350° en présence de poudre de zinc se dédouble en éthylène et eau, et au rouge sombre se détruit en oxyde de carbone, hydrogène et formène.

» Dans un travail récent, Ipatjew (*Ber.*, 1901, p. 596 et 3579; 1902, p. 1047 et 1057) a trouvé que l'alcool éthylique, chauffé au-dessus de 600° en présence de zinc ou de litharge, se dédouble principalement en aldéhyde et hydrogène.

» Le fer lui a donné des résultats semblables, mais seulement à température plus haute, avec dépôt de beaucoup de charbon : au contraire, un tube de cuivre n'a donné aucune réaction spéciale. D'après le même auteur, si

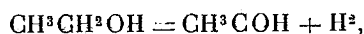
([1]) *Comptes rendus*, t. XXXII, p. 739; 25 mars 1901.

l'on dirige l'alcool à la même température sur des fragments d'un mélange de graphite et d'argile, il y a presque exclusivement dédoublement en éthylène et eau. Ce dernier serait la réaction normale, et la formation d'aldéhyde, réalisée en présence du zinc ou de quelques autres métaux, serait due à la production temporaire d'oxyde métallique aux dépens de l'eau formée tout d'abord : l'oxyde ainsi obtenu oxyderait l'alcool en aldéhyde et régénérerait le métal, qui pourrait indéfiniment reproduire le même effet.

» Les faits que nous allons exposer montrent qu'une telle interprétation ne saurait être admise.

» *Cuivre réduit.* — Sur une colonne de cuivre, préalablement réduit par l'hydrogène et maintenu à une température connue, on dirige un courant continu de vapeurs d'alcool éthylique pur, fourni régulièrement par le débit réglé d'un tube capillaire. Les gaz qui se dégagent peuvent être recueillis, après avoir traversé un condenseur refroidi par un mélange de glace et de sel.

» A partir de 200°, on observe un léger dégagement gazeux, qui devient assez rapide à 250°. Le gaz dégagé est de l'*hydrogène pur:* le liquide condensé est un mélange d'aldéhyde et d'alcool non transformé. On a eu exclusivement la réaction :

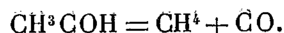


$$CH^3CH^2OH = CH^3COH + H^2,$$

sans aucune destruction de l'aldéhyde, ni aucune formation d'éthylène et d'eau.

» A 330°, la même réaction se produit plus vite, mais absolument identique, avec dégagement d'hydrogène pur : dans une expérience qui a été poursuivie pendant plusieurs heures, le liquide condensé contenait la moitié de son volume d'aldéhyde; le reste était de l'alcool, avec environ $\frac{1}{10}$ d'acétal éthylique.

» A 420°, une partie de l'aldéhyde formée est détruite selon la réaction (1) :



$$CH^3COH = CH^4 + CO.$$

» Le gaz recueilli contient, à côté d'un excès d'hydrogène, volumes égaux de méthane et d'oxyde de carbone. Dans une expérience effectuée à 420°, sa composition était, pour 100 volumes :

12,5 (vol)	méthane,
12,5	oxyde de carbone,
75,0	hydrogène.

» On voit que le sixième de l'aldéhyde formée avait été détruit (2). Dans aucun cas il n'y a eu de dépôt charbonneux sur le cuivre.

(1) Cf. BERTHELOT, *Annales de Chimie*, 5e série, t. VI, 1875, p. 472.

(2) Nous avons directement vérifié que l'aldéhyde est dédoublée lentement en méthane et oxyde de carbone par le cuivre réduit, au-dessus de 400°.

» On voit donc qu'à des températures peu élevées, comprises entre 200° et 350°, le cuivre réduit permet de réaliser aisément, à partir de l'alcool, une production régulière d'aldéhyde; cette réaction, qui peut être facilement répétée dans un cours, met bien en évidence la formation réelle de l'aldéhyde *par déshydrogénation* de l'alcool correspondant.

» *Nickel réduit.* — L'activité catalytique et hydrogénante du nickel réduit, que nous avons déjà si fréquemment utilisée, permettait de prévoir que ce corps exercerait sur l'alcool une action plus profonde que le cuivre; il en est réellement ainsi.

» En dirigeant les vapeurs d'alcool sur du nickel récemment réduit, sans aucune introduction d'air, on constate, dès 150°, un faible dégagement gazeux très net à partir de 170°, et dont, pour un même débit d'alcool, la vitesse croît avec la température jusqu'à une certaine limite, puis va en diminuant. Ainsi, dans une expérience, on avait :

A 178°	8$^{cm^3}$	de gaz par minute.
A 210..................	24	»
A 230..................	37	»
A 250..................	95	»
A 325..................	74	»

» A 178°, il y a production d'aldéhyde, qui se condense, avec l'alcool non transformé, dans le vase refroidi, mais une portion de l'aldéhyde est déjà détruite. Le gaz recueilli contenait, pour 100^{vol} :

23^{vol}	oxyde de carbone,
29	méthane,
48	hydrogène.

» Il n'y avait pas d'anhydride carbonique. L'excès du volume de méthane sur le volume d'oxyde de carbone provient de la transformation d'une partie de ce dernier en vertu de l'action hydrogénante du nickel ([1]). Sans cette hydrogénation, on aurait eu, au lieu de 100^{vol}, 110^{vol} de gaz renfermant :

26^{vol}	oxyde de carbone,
26	méthane,
57	hydrogène.

» On voit donc que $\frac{26}{57}$ de l'aldéhyde ont été détruits, soit un peu moins de la moitié. Cette proportion va en augmentant au fur et à mesure que la température s'élève.

» A partir de 230°, une nouvelle perturbation s'introduit : le nickel transforme l'oxyde de carbone en anhydride carbonique avec dépôt de charbon ([2]). Cette réaction est très rapide à partir de 300°, et, de cette cause, ainsi que de l'hydrogénation de

([1]) Paul Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 514.
([2]) *Ibid.*, p. 689.

l'oxyde de carbone, résulte une contraction qui diminue le volume du gaz recueilli, ainsi qu'on l'a constaté.

» Dans une expérience effectuée à 330°, on n'a plus dans le vase refroidi aucune condensation appréciable d'aldéhyde. Les gaz contenaient, pour 100^{vol} :

$19^{vol},5$ anhydride carbonique,
60,7 méthane,
19,8 hydrogène.

» Ils ne renfermaient plus d'oxyde de carbone. Un calcul facile à faire montre que presque toute l'aldéhyde formée a été détruite : $\frac{1}{20}$ au plus a survécu et avait été entraîné par les gaz.

» *Cobalt réduit.* — Le cobalt se comporte à peu près comme le nickel; mais la transformation secondaire de l'oxyde de carbone en anhydride carbonique ne commence à se produire qu'à une température plus haute.

» *Mousse de platine.* — Avec la mousse de platine, le dégagement gazeux commence vers 270°, et sa vitesse, assez grande vers 310°, croît régulièrement avec la température.

» A 310°, le liquide condensé ne contient qu'une faible proportion d'aldéhyde et d'acétal éthylique; le gaz dégagé renfermait, pour 100^{vol} :

30^{vol} oxyde de carbone,
30 méthane,
40 hydrogène.

» On voit que les $\frac{3}{4}$ de l'aldéhyde sont détruits; $\frac{1}{4}$ seulement subsiste. Le résultat est, d'ailleurs, peu différent à 400°. Aucun dépôt de charbon n'a eu lieu sur le platine.

» *Conclusions.* — On voit que le cuivre permet de réaliser facilement, à température peu élevée et sans réactions accessoires, le dédoublement de l'alcool éthylique en hydrogène et aldéhyde. Il n'y a aucune formation simultanée d'éthylène; par suite, aucune séparation d'eau. L'intervention d'un oxyde produit par réduction de la vapeur d'eau est absolument inadmissible, puisqu'il n'y a pas de vapeur d'eau et que, s'il y en avait, le cuivre à 850° serait absolument incapable de la réduire. Nous pensons que le dédoublement de l'alcool est déterminé par la production d'un hydrure métallique instable, qui se défait et se refait constamment aux dépens de l'alcool, en provoquant, dans certains cas, l'hydrogénation des produits.

» Nous avons reconnu que cette action catalytique est générale et peut s'exercer sur les divers alcools primaires et secondaires; nous nous proposons de l'indiquer dans une prochaine Communication. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale l'appel suivant, qui est adressé aux Bibliothèques et dépôts d'Archives, et qui se rapporte à l'édition internationale projetée des « OEuvres de Leibniz » :

La première assemblée générale de l'Association internationale des Académies, tenue à Paris du 16 au 20 avril 1901, a confié aux Académies des Sciences et des Sciences morales et politiques, de l'Institut de France, et à l'Académie royale des Sciences de Prusse, le soin de préparer une édition complète des œuvres de Leibniz.

Considérant que beaucoup de manuscrits du philosophe ou d'éditions rares de ses ouvrages sont, aujourd'hui encore, insuffisamment connus et utilisés, les trois Académies ont l'honneur de s'adresser aux Bibliothèques et aux dépôts d'Archives publics ou privés, ainsi qu'aux propriétaires de collections de manuscrits, en les priant de leur indiquer tout ce qui, à leur connaissance, pourra servir à la publication, et de vouloir bien, en particulier, leur donner le signalement des pièces qu'ils possèdent, d'après le questionnaire ci-joint. Quant à la mesure dans laquelle il devra être répondu aux différentes questions, elles s'en remettent à la bonne volonté des directeurs ou propriétaires : elles les remercient à l'avance de tous les renseignements qu'ils leur communiqueront, quelle qu'en soit l'importance.

Les trois Académies devant présenter le plan de l'édition projetée à l'assemblée générale de l'Association, qui aura lieu à Londres en 1904, prient leurs correspondants d'envoyer les réponses aussitôt qu'il leur sera possible.

Paris, 29 décembre 1902.

Académie des Sciences,
Paris
(Palais de l'Institut).

Académie des Sciences morales et politiques,
Paris
(Palais de l'Institut).

Königliche Preussische Akademie der Wissenschaften,
Berlin.

QUESTIONNAIRE.

(Prière d'adresser les réponses à l'Institut de France, Comité de Leibniz, Palais de l'Institut, Paris.)

1. L'établissement (ou le dépôt) possède-t-il, en original, brouillon ou copie :
   a. Des œuvres manuscrites (traités, mémoires, essais, etc.) dont Leibniz est l'auteur certain ou probable?
   b. Des lettres manuscrites dont Leibniz est l'auteur ou le destinataire certain ou probable?
   c. Des œuvres manuscrites (traités, mémoires, essais) attribuables, avec certitude ou probabilité, à des personnes ayant été, soit en commerce direct, soif en relation de correspondance avec Leibniz?
   d. Des lettres manuscrites envoyées ou reçues, certainement ou probablement, par des personnes rentrant dans la catégorie *c*?
2. L'établissement possède-t-il des recueils de manuscrits datant de 1664 à 1716, non encore dépouillés minutieusement, et susceptibles de renfermer des pièces telles que celles qui sont rangées sous le n° 1?
3. L'établissement possède-t-il des imprimés portant, écrites, des dédicaces, notes marginales, additions, etc., attribuables à Leibniz?
4. L'établissement possède-t-il des imprimés datant de 1664 à 1716, savoir :
   a. Des ouvrages, mémoires, etc., dont Leibniz est l'auteur certain ou probable?
   b. Des lettres dont Leibniz est l'auteur ou le destinataire certain ou probable? (Exemple : *De la tolérance des religions. Lettres de M. Leibniz et réponses de M. Pelisson*. Cologne, A. Pierrot, 1692, in-12, 128 pages.)
5. L'établissement possède-t-il des brochures de circonstance datant de 1664 à 1716, quel qu'en soit l'auteur?
6. L'établissement a-t-il connaissance de dépôts d'archives, bibliothèques, collections, susceptibles de renfermer des documents rentrant dans les catégories ci-dessus désignées?

ASTRONOMIE. — *Sur le spectre de la comète* 1902 *b*. Note de M. A. DE LA BAUME-PLUVINEL, présentée par M. Janssen.

« Le faible éclat de la comète 1902 *b* aurait rendu très difficile la photographie de son spectre à l'aide d'un spectroscope à fente, qui n'utilise qu'une partie de l'image de l'astre. J'ai donc cherché à étudier le spectre de la comète à l'aide d'un prisme objectif dont l'emploi était indiqué dans le cas actuel, étant donné que la comète émettait un nombre limité de radiations très distinctes les unes des autres.

» Après plusieurs essais infructueux, j'ai été conduit à employer un instrument très lumineux, composé d'un prisme de 20° 18′ et d'un objectif

à portraits dont le foyer était égal à quatre fois seulement l'ouverture. Sur les clichés obtenus avec cet instrument, une différence de longueur d'onde de $0^{\mu\mu},5$ est représentée, dans la partie moyenne du spectre, par une longueur d'environ $0^{mm},02$, ce qui correspond, à peu près, à la précision des pointés.

» Malgré les mauvaises conditions atmosphériques, mes assistants, MM. H. Chrétien et A. Senonque, réussirent à obtenir le 24 octobre, avec 1 heure de pose, un cliché assez satisfaisant qui se prête à des mesures précises. Examinons ce cliché.

» Nous remarquons tout d'abord, aux extrémités du spectre, deux condensations très intenses indiquant que les radiations actiniques envoyées par la comète se réduisent essentiellement à deux : $\lambda 472$ et $\lambda 389$. Ces radiations sont bien connues : elles correspondent aux raies les plus intenses des bandes bleue et violette du spectre de l'arc électrique. La bande bleue, dont la tête a pour longueur d'onde 472, appartient aux spectres des hydrocarbures, et la bande dont la tête a pour longueur d'onde 389 doit être considérée, depuis les travaux classiques de Kayser et Runge, comme appartenant au spectre du cyanogène. Ces condensations sont bien des images monochromatiques de la comète, car on y retrouve la forme de la tête et même de la queue de la comète. De plus, au centre de ces condensations, on distingue deux points, ce sont les images du noyau de la comète fournies par deux radiations correspondant aux deux raies les plus intenses des bandes bleue et violette du spectre de l'arc électrique.

» Entre les longueurs d'onde 472 et 389, le spectre présente un certain nombre d'autres condensations; mais ces condensations ne s'étendent pas d'une manière continue sur toute la longueur du spectre et, en deux points, le spectre est complètement interrompu. Cette discontinuité du spectre prouve que, si le spectre solaire existe dans le spectre de la comète, il n'est pas assez intense pour impressionner la plaque photographique. Il est donc certain que la proportion de lumière solaire réfléchie par la comète est très faible en comparaison de sa lumière propre.

» Parmi les condensations secondaires que l'on remarque entre $\lambda 472$ et $\lambda 389$, la plus importante s'étend de $\lambda 409,2$ à $\lambda 400,0$. Cette condensation ne correspond à aucun groupe de raies du carbone.

» Une autre condensation s'étend de $\lambda 431,0$ à $\lambda 420,0$; elle peut être

identifiée avec la tête de la bande brillante, bien connue, que donnent les hydrocarbures en brûlant dans l'air. Cette bande, comme on le sait, ne se retrouve pas dans le spectre du carbone produit par incandescence.

» Enfin, en dehors de la région que nous venons de considérer, on découvre dans le vert et dans le jaune, grâce à l'emploi de plaques orthochromatiques, deux condensations très faibles sur le cliché, mais qui doivent correspondre, néanmoins, à des radiations visuelles très intenses. Les longueurs d'onde de ces radiations sont 518,0 et 564,0. Elles correspondent aux têtes des bandes du spectre des hydrocarbures.

» En résumé, on trouve dans la lumière émise par la comète 1902*b* : 1° la plupart des radiations du spectre du carbone fournies par l'arc électrique λ564, λ518, λ472 appartenant au spectre des hydrocarbures, et enfin λ389 du cyanogène; 2° la radiation λ431,2 caractéristique des hydrocarbures en combustion; 3° un groupe de radiations λ409,2 à 400,0, qui ne correspond à aucun groupe du carbone.

» Rappelons enfin l'absence du spectre continu qui pourrait être produit par l'incandescence des matières solides de la comète ou par la lumière solaire réfléchie.

» Nous donnons d'ailleurs ci-dessous une description détaillée du spectre de la comète d'après le cliché du 24 octobre 1902.

λ.	Aspect sur le cliché.	Identification.
564,0	Condensation circulaire nuageuse faible.	Bande jaune du spectre des hydrocarbures.
518,0	Id.	Bande verte du spectre des hydrocarbures.
472,0	Point très intense compris dans une condensation intense s'étendant du côté du violet et s'allongeant du côté de la queue de la comète.	Bande bleue du spectre des hydrocarbures.
467,5	Id.	Id.
452,5	Condensation faible.	
435,0	Point assez intense.	Raies de la bande que l'on observe seulement dans le spectre des hydrocarbures en combustion.
432,0	Id.	
429,0	Id.	
421,7	Point intense accompagné d'une queue bien marquée.	Première raie du deuxième groupe du cyanogène.
409,2	Condensation vague avec queue.	Raies ne se trouvant pas dans le spectre des composés du carbone.
402,5	Point assez intense.	
400,0	Id.	

λ.	Aspect sur le cliché.	Identification.
397,0	Condensation faible avec queue de même intensité.	
389,7	Point très intense compris dans une nébulosité intense s'allongeant du côté de la queue de la comète.	Bande violette du cyanogène.
387,5	Id.	Id.

» Remarquons que le spectre actinique des comètes se réduisant essentiellement à deux radiations, λ472 et λ389, il convient, pour obtenir de bonnes images photographiques des comètes, d'employer des objectifs spécialement achromatisés de manière à réunir au même foyer ces deux radiations. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Propagation dans les milieux conducteurs. Sources* (¹). Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Mascart.

« III. L'intégrale de M. Poincaré, appliquée au milieu indéfini quand l'état initial ne dépend que de la distance à un point fixe, donne

$$V = \frac{\varepsilon^{-t}}{2r}\left\{g(r+t) + g(r-t) + \int_{r-t}^{r+t}\left[g_1(\xi)I_0(\zeta) + g(\xi).t.\frac{I'_0}{\zeta}\right]d\xi\right\},$$

en posant

$$\zeta^2 = t^2 - (r-\xi)^2.$$

» L'état initial dans le milieu indéfini

$$V_0 = \frac{g(r)}{r}, \qquad \left(\frac{\partial V}{\partial t}\right)_0 = \frac{g_1(r) - g(r)}{r},$$

ne définit les fonctions g, g_1 que pour les valeurs positives de r.

» A. Si le point $r = 0$ n'est pas une source, c'est-à-dire si V doit y rester fini, il faut regarder g et g_1 comme des fonctions impaires.

$$g(-\xi) = -g(\xi), \qquad g_1(-\xi) = -g_1(\xi);$$

on a alors constamment $rV = 0$ pour $r = 0$.

» B. Si l'on veut avoir $\frac{\partial}{\partial r}(rV) = 0$ pour $r = 0$, il faut prendre, au

(¹) Mêmes notations que dans la Communication précédente, $\theta_0 = \sqrt{\tau^2 - r^2}$.

contraire, pour g et g_1, des fonctions paires :

$$g(-\xi)=g(\xi), \qquad g_1(-\xi)=g_1(\xi).$$

» IV. *Sources isotropes.* — Cela posé, on forme facilement les intégrales relatives aux sources isotropes :

» (B). Soit

$$\frac{\partial}{\partial r}(r\mathrm{W})_{r=0}=f_1(t)\varepsilon^{-t} \qquad (-\infty<t<\infty)$$

avec

$$\mathrm{W}=0, \qquad \frac{\partial \mathrm{W}}{\partial t}=0, \qquad \text{pour} \qquad t=0, \qquad r>0.$$

» L'intégrale est

$$\mathrm{W}_{\mathrm{B}}=-\frac{\varepsilon^{-t}}{2r}\left[\int_{-\infty}^{t-r} f_1(\tau)\,\mathrm{I}_0(\theta)\,d\tau+\int_{t+r}^{\infty} f_1(\tau)\,\mathrm{I}_0(\theta)\,d\tau\right]+\mathrm{V}_{\mathrm{B}},$$

en prenant, dans V_{B}, $r>0$,

$$g(r)=g(-r)=\frac{1}{2}\int_{r}^{\infty}[f_1(\tau)+f_1(-\tau)]\,\mathrm{I}_0(\theta_0)\,d\tau$$

et

$$g_1(r)=g_1(-r)=-\frac{1}{2}\left\{f_1(r)+f_1(-r)+r\int_{r}^{\infty}[f_1(\tau)+f_1(-\tau)]\frac{\mathrm{I}'_0(\theta_0)}{\theta_0}\,d\tau\right\}.$$

» (A). Soit

$$r\mathrm{W}=f_2(t)\varepsilon^{-t} \qquad (-\infty<t<\infty)$$

avec

$$\mathrm{W}=0, \qquad \frac{\partial \mathrm{W}}{\partial t}=0, \qquad \text{pour} \qquad t=0, \qquad r>0.$$

» L'intégrale est

$$\mathrm{W}_{\mathrm{A}}=\frac{\varepsilon^{-t}}{2r}\left[f_2(t-r)+f_2(t+r)+r\int_{-\infty}^{t-r} f_2(\tau)\frac{\mathrm{I}'_0}{\theta}\,d\tau+r\int_{t+r}^{\infty} f_2(\tau)\frac{\mathrm{I}'_0}{\theta}\,d\tau\right]+\mathrm{V}_{\mathrm{A}}$$

en prenant, dans V_{A}, $r>0$,

$$g(r)=-g(-r)=-\frac{1}{2}\left\{f_2(r)+f_2(-r)+r\int_{r}^{\infty}[f_2(\tau)+f_2(-\tau)]\frac{\mathrm{I}'_0}{\theta_0}\,d\tau\right\}$$

et

$$g_1(r)=-g_1(-r)=-\frac{1}{2}\left\{\frac{\partial f_2(+r)}{\partial r}-\frac{\partial f_2(-r)}{\partial r}-r\frac{f_2(r)-f_2(-r)}{2}\right.$$
$$\left.+r\int_{r}^{\infty}\tau[f_2(\tau)-f_2(-\tau)]\frac{\partial}{\partial\theta_0}\left(\frac{\mathrm{I}'_0}{\theta_0}\right)\frac{d\tau}{\theta_0}\right\}.$$

» Les deux intégrales W_A, W_B sont valables pour tout l'espace et pour toute époque, dans l'avenir et dans le passé. Si l'on se contentait de les connaître pour l'avenir, $t > 0$ (ou dans le passé $t < 0$), la fonction f_1 ou f_2 n'étant donnée que pour les valeurs positives (ou négatives) de t, on pourrait choisir la détermination de ces fonctions pour les valeurs négatives (ou positives) de t, de manière à simplifier l'intégrale additionnelle V_A ou V_B. On supprime V_B en prenant f_1 impaire; dans V_A on peut seulement supprimer un des termes g en prenant f_2 impaire, ou g_1 en prenant f_2 paire.

» V. *Doublets.* — Ces deux intégrales permettent de former les intégrales qui conviennent pour un doublet électrique ou magnétique variable.

$$E_1 = -\frac{\partial^2 W_A}{\partial x\, \partial z}, \qquad E_2 = -\frac{\partial^2 W_A}{\partial y\, \partial z}, \qquad E_3 = \frac{\partial^2 W_A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 W_A}{\partial y^2},$$

pour un doublet électrique orienté suivant l'axe des z, dont le moment électrique varie suivant une loi connue.

» (E_1, E_2, E_3, composantes de la force électrique).

» Il suffit de remplacer W_A par W_B, si c'est le débit qui est connu.

» Les mêmes expressions conviennent pour la force magnétique en fonction du moment magnétique d'un doublet magnétique.

» Le champ magnétique M_1, M_2, M_3 est lié au champ électrique par les équations

$$\frac{\partial^2 E_1}{\partial t^2} + 2\frac{\partial E_1}{\partial t} = \Omega\sqrt{\frac{\mu}{K}}\left(\frac{\partial M_3}{\partial y} - \frac{\partial M_2}{\partial z}\right),$$
$$-\Omega\sqrt{\frac{\mu}{K}}\,\frac{\partial M_1}{\partial t} = \frac{\partial E_3}{\partial y} - \frac{\partial E_2}{\partial z},$$

avec les unités de temps et de longueur employées dans ces deux communications.

» *Remarque.* — Les sources isotropes du n° IV ne sont pas des sources d'électricité. Une source d'électricité unique et arbitraire qui donnerait une force électrique radiale est incompatible avec les équations de Hertz. La force radiale due à une source unique se réduit nécessairement à la forme $F(r) + \varepsilon^{-2t}F_1(r)$ et est nulle, si le champ initial et sa dérivée par rapport au temps sont nuls. S'il y a deux sources, elles doivent être regardées comme formant une chaîne de doublets, qui crée une ligne de discontinuité dans le milieu conducteur.

» En supposant ces doublets synchrones, et de même moment par unité de longueur, on réalisera l'analogue de deux pôles opposés. Mais l'analogie avec les phénomènes d'état permanent n'est pas complète; par suite de

l'induction, la forme de la ligne de jonction ne disparaît pas du résultat, et le phénomène dans le conducteur n'est pas déterminé uniquement par les pôles.

» Si la ligne de doublets s'éloigne à l'infini, il ne reste qu'un pôle à distance finie; mais ce pôle n'est pas isotrope; il faut, pour achever de le définir, donner la forme de la ligne de doublets dont il est l'extrémité.

» VI. *Équation des télégraphistes.* — Les intégrales rW_A, rW_B sont des intégrales convenant à un câble indéfini dans un sens ($r > 0$), avec potentiel ou débit donné en fonction du temps à l'une des extrémités et état neutre pour $t = 0$.

» La discussion et les extensions naturelles de ces résultats, qui ne sauraient trouver place ici, feront l'objet d'une exposition détaillée dans un autre Recueil. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sous-sels de baryum.* Note de M. **Guntz**, présentée par M. Haller.

« Dans une Communication insérée aux *Comptes rendus* (1), le colonel Caron indique que, si l'on fait réagir le sodium en excès sur le chlorure de calcium, le chlorure est réduit en donnant du calcium qui se dissout dans le sodium et qu'il a pu le retirer par calcination; il ajoute ensuite que dans les mêmes conditions on n'obtient rien avec les chlorures de baryum et de strontium.

» J'ai voulu rechercher les causes de cette différence, et j'ai étudié systématiquement l'action du sodium sur les composés halogénés des métaux de cette famille: voici les résultats de mes expériences sur les combinaisons du baryum.

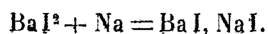
» Pour faire réagir le sodium sur ces substances, j'ai employé un épais creuset en fer, muni d'un couvercle à vis bien ajusté, chauffé au four Perrot à une température déterminée qu'on mesure par une pince thermo-électrique fixée contre la paroi extérieure du creuset.

» L'on chauffait toujours ensemble des poids de substance correspondant à la réaction $BaX^2 + 2Na$, X représentant un des métalloïdes suivants: I, Br, Cl, F.

» En employant par exemple $BaI^2 + 2Na$, j'ai constaté qu'en chauffant à 400° le mélange, le sodium ne réagit pas; il n'en est pas de même à des températures plus élevées comprises entre 800° et 1000°.

(1) *Comptes rendus*, t. XLVIII, p. 440.

» Lorsqu'on ouvre le creuset on trouve une masse fondue d'un blanc grisâtre, recouverte par le sodium qui n'a pas réagi. L'analyse de la masse cristalline, faite en dosant les trois éléments Ba, I, Na qu'elle renferme, a montré que c'était le composé BaINaI pur, dont la formation s'explique très simplement,



$$BaI^2 + Na = BaI, NaI.$$

» L'excès de sodium employé forme une couche fondue au-dessus de l'iodure double. Dans mes divers essais, je n'ai pas trouvé de baryum dissous dans le sodium : il semble donc que le sel double soit indécomposable par le sodium en excès dans les conditions de mes expériences.

» J'ai recommencé les opérations avec les bromure, chlorure et fluorure de baryum et dans les mêmes conditions le résultat a été identique; il s'est formé chaque fois au fond du creuset le sous-sel correspondant pur. Avec le fluorure de baryum cependant il reste toujours un petit excès de BaF^2:

» On obtient donc ainsi les composés :



$$BaINaI, \quad BaBrNaBr, \quad BaClNaCl, \quad BaFNaF,$$

qui n'avaient pas encore été obtenus.

» M. Cl. Limb [1] avait cependant signalé la formation d'un sous-sel de baryum dans l'action de Na sur BaF^2 NaF, mais sans en déterminer la composition.

» Tous ces sels ont des propriétés semblables : ils décomposent l'eau facilement, sauf le fluorure dont l'action sur l'eau est plus lente, ce qui s'explique par l'insolubilité du florure de baryum.

» Lorsqu'on chauffe un de ces sels, le BaClNaCl par exemple, dans le vide vers 700°, il se volatilise du sodium et il reste $BaCl^2$:



$$BaClNaCl = BaCl^2 + Na \nearrow.$$

» Cette expérience me semble importante, car elle explique pourquoi jusqu'ici on a toujours échoué dans les essais de préparation du baryum par l'électrolyse des chlorures doubles de baryum et de sodium.

» Lorsqu'on électrolyse ce mélange fondu, NaCl se décompose le premier; il se dégage du chlore avec formation de Na, qui, réagissant sur $BaCl^2$ pour donner le sous-sel BaClNaCl, se diffuse ainsi dans toute la masse; en arrivant à l'anode, BaCl se transforme de nouveau en $BaCl^2$ et c'est ce qui explique pourquoi, au bout d'un certain temps d'électrolyse, le courant

---

(1) Cl. Limb, *Thèse pour le doctorat ès sciences* (Paris, 1895).

puisse passer sans dégagement sensible de chlore. Lorsqu'on emploie $BaCl^2$ pur, la réaction est la même, il se forme seulement Ba Cl.

» Dans ces sous-sels, le baryum n'est que faiblement combiné. Ainsi, chauffé avec du mercure, le Ba I Na I donne de l'amalgame de baryum, et c'est ce qui explique les expériences de S. Kern (¹) qui avait cru obtenir du baryum dans l'action de Na sur BaI^2.

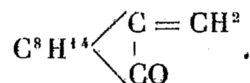
» De même chauffés au rouge dans H ou Az ces sous-sels donnent de l'hydrure et de l'azoture de baryum.

» Avec Zn et Sn ils donnent des alliages de baryum déjà signalés par le colonel Caron. »

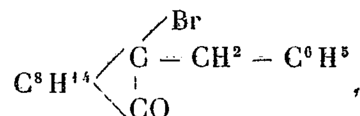
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le méthylmonobromocamphre, le bromométhyl-camphre et le méthylène-camphre.* Note de M. **J. Minguin**, présentée par M. Haller.

« En faisant réagir les aldéhydes aromatiques sur le camphre sodé, M. Haller (²) a obtenu les alcamphres correspondants, composés intéressants tant au point de vue chimique que par leur pouvoir rotatoire très élevé. Il y a quelque temps déjà, M. Haller et moi avons essayé sans succès d'appliquer ce mode de préparation aux alcamphres de la série grasse.

» Par un moyen détourné, je suis arrivé à préparer le premier terme de la série, c'est-à-dire le méthylène-camphre



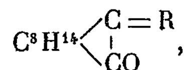
» On sait que le benzylcamphre, traité par 1^{mol} de brome, donne le benzylbromocamphre



qui, par l'action de la potasse en solution alcoolique, fournit du benzylidène-camphre, identique à celui qu'on obtient par l'action de la benzal-

(¹) Sergius Kern, *Chemic. News*, t. XXXI, p. 243.
(²) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXIII.

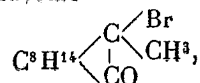
déhyde sur le camphre sodé (¹). D'autre part, j'ai indiqué autrefois (²) un mode de préparation des alcoylcamphres de la série grasse en partant des éthers camphocarboniques substitués. On pouvait donc penser qu'en appliquant à ces alcoylcamphres la réaction ci-dessus, on préparerait de la même façon les composés



dans lesquels R représente un radical alcoyl bivalent acyclique.

» L'expérience a pleinement confirmé cette manière de voir, du moins, pour le moment, en ce qui concerne le méthylène-camphre.

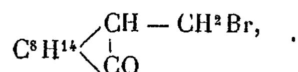
» Le méthylcamphre, en effet, en solution dans le sulfure de carbone, donne, sous l'action du brome, le dérivé monobromé



analogue au benzylbromocamphre, cristallisant très bien dans l'alcool, fondant à 61° et ayant pour pouvoir rotatoire en dissolution alcoolique $\alpha_D = +176°,8$. Il appartient au système orthorhombique, l'angle du prisme est de 105°30′ et la relation axiale 0,76042 — 1 — 0,4921. Les faces observées sont m, a^1, e^1.

» Réduit au moyen de la poudre de zinc et de l'alcool, ce dérivé bromé redonne le méthylcamphre dont on est parti. Si l'on fait bouillir ce corps avec de la potasse en solution alcoolique, il perd très facilement de l'acide bromhydrique en donnant un liquide passant à 218° à la pression ordinaire. Celui-ci, refroidi, se prend en masse, on essore rapidement; il reste alors un solide à forte odeur camphrée, rappelant celle du méthylcamphre, et fondant vers 30°-35°. C'est le méthylène-camphre. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool est $\alpha_D = +127°,5$, tandis que le pouvoir rotatoire du dérivé saturé correspondant, le méthylcamphre, est seulement de + 27°65′.

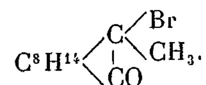
» Ici encore, l'exaltation du pouvoir rotatoire, due à la double liaison, est manifeste. Ce corps, mis en solution dans l'alcool, réagit sur le sel de Crismer et fournit un composé azoté visqueux qui est probablement l'oxime correspondante. Oxydé en solution cétonique par le permanganate de potassium, il fournit de l'acide camphorique. Il fixe de l'acide bromhydrique avec la plus grande facilité, il suffit pour cela de le mettre en contact pendant quelques heures avec une solution d'acide bromhydrique dans l'acide acétique. On obtient de la sorte un composé bromé, le bromométhylcamphre



analogue au bromobenzylcamphre (³).

(¹) A. Haller et Minguin, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 69.
(²) J. Minguin, *Comptes rendus*, t. CXV, p. 120.
(³) A. Haller et J. Minguin, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 69.

» Celui-ci a des propriétés physiques et cristallographiques très voisines de celles de son isomère



Il fond à 65°. Il a pour pouvoir rotatoire dans l'alcool $\alpha_D = +150°,5$. Cristallisé au sein de l'alcool, il se présente sous la forme de prismes orthorhombiques de 105°30', possédant les faces m, a_1, e_1, et ayant pour relation axiale

$$0,76042 - 1 - 0,73996.$$

» Un mélange à parties égales de ces deux dérivés bromés fond à 38°-40°, ce qui montre bien leur non-identité. Enfin ce dernier composé, réduit par la poudre de zinc et l'alcool, donne aussi du camphre méthylé.

» Nous espérons faire connaître bientôt les résultats concernant la préparation des homologues supérieurs du méthylène-camphre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydratation des acides acétyléniques. Nouvelle méthode de synthèse des acides et des éthers β-cétoniques non-substitués.* Note de MM. CH. MOUREU et R. DELANGE, présentée par M. H. Moissan.

« Un procédé classique de synthèse des acétones répondant à la formule générale $R - CO - CH^2 - R'$ consiste à fixer les éléments de l'eau sur les hydrocarbures acétyléniques $R - C \equiv C - R'$. Nous nous sommes proposé d'appliquer cette réaction aux acides possédant à côté du carboxyle une fonction acétylénique $R - C \equiv C - CO^2H$, en vue de les convertir en acides cétoniques $R - CO - CH^2 - CO^2H$ ou $R - CH^2 - CO - CO^2H$, ce qui n'avait encore été fait que pour l'acide phénylpropiolique

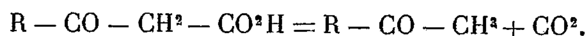

$$C^6H^5C \equiv C - CO^2H$$ ([1]).

» La méthode d'hydratation par l'intermédiaire de l'acide sulfurique (Friedel et Balsohn, Béhal) ou des sels mercuriques (Kutscherow) ne nous a donné que de médiocres résultats. Quant à la fixation directe d'eau à température élevée sur la fonction acétylénique (Desgrez), nous ne pouvions songer à la tenter, attendu que les acides acétyléniques et les acides α ou β-cétoniques se dédoublent par la chaleur en anhydride carbonique, d'une part, et, de l'autre, en un carbure acétylénique, une acétone, ou un aldéhyde.

(1) BAEYER, *Berichte der deutsch. chem. Gesell.*, t. XV, p. 2705.

» Nous avons résolu le problème, d'une façon satisfaisante, en mettant en œuvre les alcalis caustiques. Disons de suite que l'oxygène de l'eau se fixe toujours sur les acides acétyléniques en position β par rapport au carboxyle; en sorte que la réaction constitue une nouvelle méthode de synthèse des acides β-cétoniques non-substitués $R - CO - CH^2 - CO^2H$ ([1]).

» 1. On opère à l'ébullition, et l'on emploie, pour 1^{mol} d'acide acétylénique, 3^{mol} de potasse caustique en solution dans 10 parties environ d'alcool à 95°. La température de chauffe varie, suivant les cas, de 8 à 24 heures. Après refroidissement, on étend d'eau la liqueur, on l'agite avec de l'éther, qui enlève une petite quantité d'acétone $R - CO - CH^3$ formée dans la réaction, et la solution alcaline, refroidie vers 0°, est additionnée peu à peu, jusqu'à léger excès, d'acide sulfurique dilué et froid. On extrait à l'éther l'acide mis en liberté, on agite la liqueur éthérée avec une solution aqueuse concentrée et préalablement refroidie de chlorure de calcium, afin d'éliminer l'alcool qu'elle contient, on la sèche sur le chlorure de calcium desséché, et l'on évapore l'éther dans le vide à froid. Le résidu ainsi obtenu, qui est tantôt solide, tantôt liquide, et quelquefois formé d'une bouillie cristalline, constitue l'acide β-cétonique, facile à reconnaître par la coloration rouge qu'il donne immédiatement avec les solutions étendues de chlorure ferrique. Cet acide est d'ailleurs plus ou moins pur, le degré de pureté dépendant de son aptitude plus ou moins grande à se dédoubler en acétone et anhydride carbonique, d'après l'équation bien connue :



$$R - CO - CH^2 - CO^2H = R - CO - CH^3 + CO^2.$$

» Malgré l'instabilité de l'acide, on réussit cependant à l'éthérifier, soit en saturant à 0° de gaz chlorhydrique sa solution dans l'alcool correspondant, ou mieux en abandonnant à basse température, pendant quelques jours, la même solution additionnée d'acide sulfurique. Quelques précautions que l'on prenne, d'ailleurs, on n'évite jamais complètement le dédoublement de l'acide.

» Nous avons préparé ainsi une série d'acides β-cétoniques, dont plusieurs sont nouveaux. Ils ont été caractérisés à l'état d'éthers ou autres dérivés simples. Voici ces acides :

» *Acide butyrylacétique* $CH^3 - CH^2 - CH^2 - CO - CH^2 - CO^2H$. — L'éther éthylique distille à 94°-96° sous 15^{mm} [M. Bongert ([2]), d'une part, et M. Blaise ([3]), de l'autre, l'ont déjà obtenu par des méthodes toutes différentes]; son dérivé cuprique fond à 125°-126°.

» *Acide isobutyrylacétique* $(CH^3)^2CH - CO - CH^2 - CO^2H$. — L'éther éthylique distille à 76°-78° sous 10^{mm}, et à 86°-87° sous 15^{mm} [M. Bouveault ([4]) l'a déjà obtenu

([1]) Les acides acétyléniques que nous avons soumis à l'hydratation ont été décrits dans une Note antérieure (Ch. Moureu et R. Delange, *Comptes rendus*, 2 mars 1903).

([2]) *Thèse* de la Faculté des Sciences de Nancy (1901), p. 78.

([3]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 979.

([4]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 45.

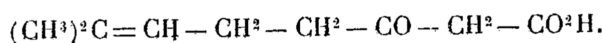
dans le dédoublement de l'isobutyrylacétylacétate d'éthyle par les alcalis]; $D_0 = 1,002$; le composé cuprique cristallise dans l'alcool à 95° en gros prismes blancs, solubles dans le chloroforme, qui s'altèrent sous l'action de la chaleur, sans présenter un point de fusion net.

» *Acide caproylacétique* $CH^3 - (CH^2)^4 - CO - CH^2 - CO^2H$. — Déjà décrit par nous (¹). L'amylpyrazolone $C^5H^{11}(C^3H^3Az^2O)$, récemment préparée par M. Bouveault, prend naissance dans l'action de l'hydrate d'hydrazine sur ses éthers; elle cristallise dans l'alcool en lamelles brillantes, fusibles à 195°.

» *Acide heptylylacétique* $CH^3 - (CH^2)^5 - CO - CH^2 - CO^2H$. — L'éther méthylique distille à 132°,5-134° sous 19^{mm}; $D_0 = 0,982$; le composé cuprique de cet éther fond à 98°-99°. L'éther éthylique bout à 132°-133° sous 13^{mm}, et à 125°-127° sous 10^{mm}; $D_0 = 0,9659$; le dérivé cuprique fond à 86°. L'hexylpyrazolone $C^6H^{13}(C^3H^3Az^2O)$ fond à 197°.

» *Acide décanoylacétique* $C^9H^{19} - CO - CH^2 - CO^2H$. — L'éther éthylique distille à 164°-165° sous 13^{mm}; $D_0 = 0,9414$; le composé cuprique fond à 108°-109°.

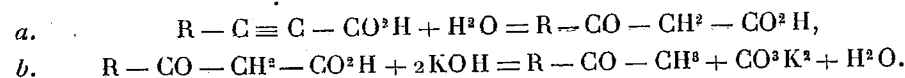
» *Acide méthyl-7 octéne-6 one-3 oïque-1* :



$$(CH^3)^2C = CH - CH^2 - CH^2 - CO - CH^2 - CO^2H.$$

Acide β-cétonique à fonction éthylénique, dérivant de la méthylhepténone naturelle. L'éther éthylique distille à 127°-130° sous 14^{mm}.

» 2. Quant à l'acétone $R - CO - CH^3$ qui prend naissance en petite quantité dans l'action de l'alcali sur l'acide acétylénique (voir plus haut), elle se forme évidemment d'après les équations suivantes:



$$a. \quad R - C \equiv C - CO^2H + H^2O = R - CO - CH^2 - CO^2H,$$

$$b. \quad R - CO - CH^2 - CO^2H + 2KOH = R - CO - CH^3 + CO^3K^2 + H^2O.$$

» Si l'on substitue la potasse aqueuse à la potasse alcoolique, la proportion d'acétone est très abondante, et l'on ne trouve, en général, que des traces d'acide β-cétonique.

» L'acétone formée a toujours été isolée des produits de la réaction soit en nature, soit à l'état d'oxime ou de semi-carbazone. L'oxime de la méthylhexylcétone, composé qui n'avait pas encore été décrit, distille à 116°,5 sous 15^{mm}, $D_0 = 0,8886$; la semicarbazone correspondante, corps également nouveau, fond à 121°.

» Les faits qui précèdent mettent en évidence la sensibilité des acides acétyléniques à l'égard des alcalis caustiques; ils interdisent d'une manière absolue l'emploi d'un excès de réactif pour la saponification des éthers d'acides acétyléniques. Il sera même prudent, quand on voudra effectuer cette saponification, de faire réagir par fractions la quantité théorique d'alcali.

» Nous avons cependant rencontré un acide acétylénique entièrement

---

(¹) *Comptes rendus*, 6 mai 1901.

inattaquable par les alcalis; c'est l'acide triméthyl-tétrolique



$$(CH^3)^3C - C \equiv C - CO^2H.$$

Qu'on le traite à chaud par un excès de potasse alcoolique ou de potasse aqueuse, il demeure intact après l'opération. Une explication rationnelle de cette exception sera donnée ultérieurement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du trichlorure de phosphore sur le glycol.* Note de M. **P. Carré**, présentée par M. H. Moissan.

« Le trichlorure de phosphore réagit sur le glycol avec un vif dégagement d'acide chlorhydrique. La quantité d'acide chlorhydrique éliminée est comprise entre 1^{mol} et 2^{mol} et est d'autant plus grande que la réaction est faite à plus basse température. On peut éviter un brusque échauffement en diluant le trichlorure de phosphore au moyen d'éther anhydre.

» A 31^g de glycol on ajoute 100^g d'éther parfaitement sec, et l'on verse peu à peu en agitant (car le glycol est très peu soluble dans l'éther), 69^g de trichlorure de phosphore. La majeure partie du produit de la réaction est soluble dans l'éther. Il reste une faible portion insoluble (8^g).

» 1. *Étude de la partie soluble dans l'éther.* — L'éther est chassé par distillation et le produit maintenu dans le vide vers 40°-50° afin d'éliminer complètement l'acide chlorhydrique pouvant rester en dissolution. Le résidu ne peut être distillé (même dans le vide) sans décomposition partielle avec formation abondante d'oxyde rouge de phosphore. Cependant l'analyse du produit brut obtenu permet de voir que celui-ci correspond à la composition $P^2(OCH^2)^4Cl^2$.

» La cryoscopie de la solution benzénique a donné pour le poids moléculaire le nombre 244, alors que le composé ci-dessus exige 253.

» Cette substance ne m'a donné de bons chiffres à l'analyse que préparée avec la solution éthérée de trichlorure de phosphore. Le produit obtenu en versant directement le trichlorure sur le glycol et séparé ensuite au moyen de l'éther fournit à l'analyse des chiffres de chlore trop élevés. Par distillation fractionnée dans le vide on peut en séparer une très petite quantité d'un corps renfermant 58,3 pour 100 de chlore, probablement le composé $P.Cl^2.OCH^2 - CH^2Cl$ [1] (Théorie: 58,67 pour 100).

» Le corps $P^2(OCH^2)^4Cl^2$ est décomposé par l'eau avec mise en liberté de 2^{mol} d'acide chlorhydrique. $4^g,28$ traités par l'eau ont été titrés alcalimétriquement, on a retrouvé au virage à l'hélianthine et à la phtaléine $4^g,25$ du produit

---

[1] Ce composé se forme ici en très petite quantité, je compte revenir sur son étude en le préparant par réaction du trichlorure de phosphore sur la chlorhydrine du glycol.

$P^2(OCH^2)^4Cl^2$ considéré comme quatre fois acide. Il en résulte que l'éther phosphoreux formé est diacide à l'hélianthine et à la phtaléine.

» Afin de déterminer sa composition j'ai voulu préparer le sel de calcium correspondant.

» A cet effet, le produit chloré est décomposé par l'eau en évitant toute élévation de température, et saturé au carbonate de chaux et à la chaux, à la phtaléine. La solution aqueuse est évaporée à froid dans le vide, précipitée par l'alcool et le précipité séché à 100° dans le vide. Sa composition répond à la formule : $P^2(OCH^2)^4O^2Ca$.

» Mais dans la majeure partie des cas la solution aqueuse très concentrée laisse déposer spontanément un produit d'aspect cristallin de composition différente ; l'analyse conduit à la formule : $P^2(OCH^2)^2(OH)^2O^2Ca$.

» Lors des nombreuses préparations effectuées il m'est arrivé très souvent, soit par suite d'un léger échauffement, soit par suite de l'instabilité de l'éther correspondant au premier de ces sels, d'obtenir seulement le composé $P^2(OCH^2)^2(OH)^2O^2Ca$. Ce dernier peut être considéré comme dérivant du précédent par élimination de 1^{mol} de glycol sous l'influence de l'eau.

» Il en résulte que l'action de l'eau sur le corps $P^2(OCH)^4Cl^2$ donne tout d'abord lieu à la réaction :



$$P^2(OCH^2)^4Cl^2 + 2H^2O = P^2(OCH^2)^4(OH)^2 + 2HCl,$$

et que l'éther phosphoreux ainsi formé est très instable et perd très facilement 1^{mol} de glycol en liqueur aqueuse



$$P^2(OCH^2)^4(OH)^2 + 2H^2O = P^2(OCH^2)^2(OH)^4 + CH^2OH - CH^2OH.$$

» Ces éthers sont tous deux diacides à l'hélianthine et à la phtaléine.

» 2. *Étude de la partie insoluble dans l'éther.* — La portion insoluble est lavée avec de l'éther anhydre afin d'éliminer complètement le produit précédent et l'acide chlorhydrique. Le dosage du chlore avant et après saponification donne des chiffres variant du simple au double. De plus, le produit étant saponifié par l'eau bouillante, l'acide phosphoreux mis en liberté, saturé par un alcali et le mélange évaporé à sec, on peut en extraire par l'alcool la chlorhydrine du glycol $CH^2OH - CH^2Cl$. Le titrage alcalimétrique permet en outre de déceler la présence d'acide phosphoreux libre. En me mettant à l'abri de toute trace d'humidité lors de la préparation j'ai toujours trouvé de l'acide phosphoreux libre dans cette partie insoluble dans l'éther.

» Le produit brut est décomposé par l'eau pour donner un éther phosphoreux de la chlorhydrine du glycol ainsi que le prouve l'obtention du sel de baryum correspondant. Ce sel n'est pas précipité de sa solution aqueuse par l'alcool à 95°, mais peut l'être par l'acétone (c'est pourquoi je n'ai pas préparé le sel de calcium, car l'acétone précipite en même temps du chlorure de calcium tandis que le chlorure de baryum peut être éliminé au préalable, en majeure partie par l'alcool et totalement au moyen du sulfate d'argent). Le sel obtenu a pour composition $(P.O.CH^2 - CH^2Cl.OH.O)^2Ba$.

» L'acide correspondant provient vraisemblablement de la décomposition par l'eau du produit $P.Cl.OH.OCH^2 - CH^2Cl$, puisque nous avons vu plus haut que l'action de l'eau fournissait une quantité d'acide chlorhydrique renfermant précisément la moitié du chlore total.

» En résumé, l'action du trichlorure de phosphore sur le glycol donne naissance, en majeure partie (70 à 75 pour 100) au produit $P^2(OCH^2)^4Cl^2$. Le trichlorure (ou l'acide chlorhydrique dégagé) agit aussi comme chlorurant pour former la chlorhydrine du glycol qui, entrant elle-même en réaction, peut fournir les composés



$$PCl^2OCH^2-CH^2Cl \quad \text{et} \quad P.Cl.OH.OCH^2CH^2Cl;$$

ce dernier composé étant insoluble dans l'éther anhydre tandis que les deux autres s'y dissolvent. Il se forme en même temps une petite quantité d'acide phosphoreux.

» Ces produits sont décomposés par l'eau avec mise en liberté d'acide chlorhydrique. Le premier donne tout d'abord un éther phosphoreux $P^2(OCH^2)^4(OH)^2$, très instable, perdant très facilement 1^{mol} de glycol sous l'influence de l'eau pour donner l'éther $P^2(OCH^2)^2(OH)^4$. Ces deux éthers se comportent comme diacides à l'hélianthine et à la phtaléine.

» Le dernier fournit l'éther phosphoreux de la chlorhydrine du glycol, monoacide à l'hélianthine et à la phtaléine.

» Ces composés sont saponifiés lentement par l'eau froide, et rapidement par l'eau bouillante; aussi je n'ai pu réussir à les isoler à l'état de pureté par décomposition de leurs sels au moyen d'un acide. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action des combinaisons organo-magnésiennes mixtes sur les corps à fonctions azotées.* Note de M. **Louis Meunier**, présentée par M. H. Moissan.

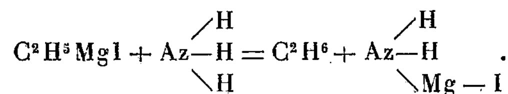
« Les combinaisons organo-magnésiennes mixtes décrites par Grignard [1] réagissent sur l'ammoniaque et les groupements aminés primaires et secondaires, en leur empruntant un atome d'hydrogène pour régénérer le carbure correspondant à l'organo-magnésien, et en substituant à sa place le radical MgX monovalent (X désignant un élément halogène).

» 1° *Action sur l'ammoniaque.* — Si l'on fait arriver un courant de gaz ammoniac sec à la surface d'une solution éthérée d'éthyliodure de magnésium, on constate que le gaz est immédiatement absorbé en déterminant la formation d'une pellicule blanche, qui se dissout au début de l'opération, mais qui ne tarde pas à se déposer au fond du ballon dans lequel on opère; en même temps il se dégage de l'éthane.

---

(1) *Thèse de doctorat,* Lyon, 1901.

» La réaction peut s'exprimer par la relation :



$$C^2H^5MgI + Az\begin{matrix}/H\\-H\\\backslash H\end{matrix} = C^2H^6 + Az\begin{matrix}/H\\-H\\\backslash Mg-I\end{matrix}.$$

» 2° *Action sur l'aniline.* — On fait tomber goutte à goutte une solution éthérée d'aniline (1^{mol}) dans une solution éthérée d'éthyliodure de magnésium (1^{mol}); chaque goutte, en tombant, produit une réaction violente et détermine la formation d'un précipité blanc qui se redissout; en outre, il se dégage de l'éthane. La solution éthérée abandonne de belles aiguilles légèrement teintées, excessivement altérables au contact de l'air humide, décomposables par l'eau et l'alcool en régénérant l'aniline.

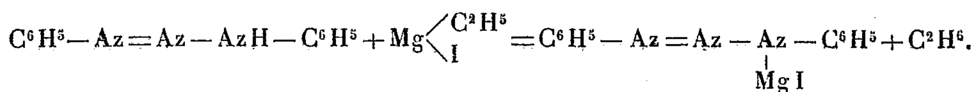
» La marche de la réaction n'est pas douteuse, car, si l'on remplace l'aniline par la monométhylaniline, il y a encore formation d'éthane; tandis qu'avec la diméthylaniline, l'éthyliodure ne réagit pas.

» On peut donc écrire l'équation



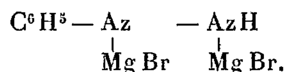
$$C^6H^5-AzH^2+C^2H^5MgI = C^6H^5-AzH-MgI+C^2H^6.$$

» 3° *Action sur le diazoamidobenzène.* — L'action d'une solution éthérée de diazoamidobenzène sur une solution éthérée d'éthyliodure de magnésium donne également dégagement d'éthane, et il se forme de beaux cristaux de couleur jaune brun décomposables par l'eau ou par l'alcool en régénérant le diazoamidobenzène :



$$C^6H^5-Az=Az-AzH-C^6H^5+Mg\begin{matrix}/C^2H^5\\\backslash I\end{matrix} = C^6H^5-Az=Az-\underset{\substack{|\\MgI}}{Az}-C^6H^5+C^2H^6.$$

» 4° *Action sur la phénylhydrazine.* — La phénylhydrazine en solution éthérée donne avec l'éthylbromure de magnésium une combinaison insoluble dans l'éther. On constate que 2^{mol} d'éthylbromure peuvent réagir sur 1^{mol} de phénylhydrazine. La combinaison répond donc à la formule



$$C^6H^5-\underset{\substack{|\\MgBr}}{Az}-\underset{\substack{|\\MgBr.}}{AzH}$$

» *Remarques.* — I. L'analyse des combinaisons obtenues comme nous venons de le dire est très pénible en raison de leur altérabilité à l'air humide; en outre, il est presque impossible d'éliminer complètement l'éther de cristallisation qu'elles retiennent sans les décomposer.

» II. Les combinaisons précédemment décrites peuvent s'obtenir par action directe de l'aniline, de la phénylhydrazine, etc. sur le bromure ou l'iodure d'éthyle, en présence du magnésium, et au sein de l'éther anhydre; on obtient ainsi très facilement de l'éthane. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides pyrogallol-sulfoniques.* Note de M. **Marcel Delage**, présentée par M. A. Ditte.

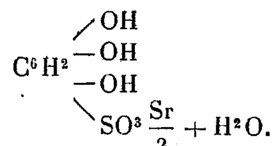
« Dans des Communications précédentes ([1]), nous avons décrit les deux acides pyrogallol-sulfoniques et leurs principaux sels, particulièrement les sels de baryum et de calcium.

» Nous décrirons ici les sels de strontium, dont la connaissance nous sera utile ultérieurement.

» 1° *Pyrogallol-monosulfonate de strontium.* — On prépare l'acide pyrogallol-monosulfonique comme il est dit dans une Note précédente ([2]). On le dissout dans l'eau et l'on sature à froid, jusqu'à cessation de l'effervescence, par un léger excès de carbonate de strontium pur. On filtre rapidement à la trompe, on lave le précipité avec un peu d'eau froide et l'on concentre aussitôt le liquide clair au bain-marie, jusqu'à formation de croûtes cristallines sur les bords du ballon. On laisse refroidir complètement, et la masse pâteuse, formée de fins cristaux, est essorée à la trompe et lavée avec quelques gouttes d'eau.

» Le sel se présente sous forme de petits cristaux blancs, très solubles dans l'eau, très peu solubles dans l'alcool, même étendu.

» A l'état humide, leur surface se colore très rapidement en bleu au contact de l'air. L'eau mère, colorée en vert ou en bleu, peut fournir une nouvelle cristallisation. Les cristaux séchés à l'air sont stables et contiennent 1^{mol} d'eau de cristallisation. Ils correspondent à la formule



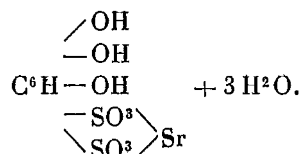
» 2° *Pyrogalloldisulfonate de strontium.* — On prépare, comme il est dit dans une Note précédente ([3]), l'acide pyrogalloldisulfonique. On le dissout dans l'eau et l'on sature à froid par le carbonate de strontium pur jusqu'à cessation de l'effervescence. On filtre rapidement à la trompe et l'on évapore aussitôt dans le vide au bain-marie. Il importe d'opérer aussi rapidement que possible, car la solution se colore très vite en rose, puis en vert et enfin en bleu. On pousse l'évaporation jusqu'à l'apparition de cristaux et on laisse refroidir complètement. La masse pâteuse, formée de petits cristaux chatoyants, est essorée à la trompe, puis lavée avec quelques gouttes

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 450; t. CXXXII, p. 421; t. CXXXIII, p. 297.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 450.
([3]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 421.

d'eau. Les cristaux sont séchés très rapidement, car leur surface se colore au contact de l'air en bleu, avec plus d'intensité encore que le dérivé monosulfonique. Les eaux mères colorées en bleu peuvent fournir une nouvelle cristallisation.

» Le pyrogalloldisulfonate de strontium forme une masse cristalline blanche, assez soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau chaude, très peu soluble dans l'alcool même étendu, qui précipite le sel de sa solution aqueuse.

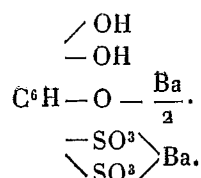
» Séchés à l'air, ils contiennent trois molécules d'eau de cristallisation



» D'une façon générale, il est préférable, pour obtenir à l'état de pureté les sels alcalins ou alcalino-terreux des acides pyrogallolsulfoniques, de les préparer au moyen de produits très purs, à l'abri des poussières ferrugineuses, et d'opérer très rapidement pour isoler le sel provenant de la première cristallisation troublée, plutôt que les faire recristalliser plusieurs fois, ce qui oblige à chauffer et manier longtemps leurs solutions au contact de l'air.

» Le dosage du soufre dans les composés à base de strontiane s'effectue par le procédé décrit dans une Note précédente, en oxydant le composé sec par l'acide nitrique concentré; mais ici, une partie du soufre est pesée à l'état de SO^4Sr, et le reste à l'état de SO^4Ba après précipitation des eaux mères filtrées de SO^4Sr, par $BaCl^2$.

» Quand on prépare l'acide pyrogalloldisulfonique par les procédés habituels, puis qu'on sature la solution aqueuse par le carbonate de baryum pur, en opérant dans certaines conditions, telles que la saturation du bain tiède et principalement la saturation à fond de la solution, par broyage du carbonate de baryum en présence du liquide, on observe la formation d'un composé nouveau. En effet, dès qu'on porte à l'ébullition, ou seulement à la température du bain-marie le liquide filtré, clair, il se précipite une quantité plus ou moins grande d'un composé pulvérulent, d'un blanc sale, insoluble dans l'eau, complètement soluble dans les acides, en un liquide jaune et répondant à la formule



» C'est donc du pyrogalloldisulfonate de baryum, dans lequel une fonction phénolique a été saturée par la baryte.

» Les eaux mères claires laissent cristalliser par évaporation du pyrogalloldisulfonate de baryum pur.

» Rappelons que nous avons signalé dans une précédente Note ([1]), un composé analogue résultant de la saturation par la chaux, d'une fonction phénolique du pyrogallol-monosulfonate de calcium. D'autres composés de ce genre doivent vraisemblablement exister pour les autres sels alcalinoterreux. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Généralités sur les ferments solubles qui déterminent l'hydrolyse des polysaccharides.* Note de M. **Em. Bourquelot.**

« Depuis quelque temps, des tentatives ont été faites de divers côtés pour préciser les relations qui existent entre les ferments solubles hydrolysants et les composés sur lesquels ils exercent leur action. Jusqu'ici, ces tentatives ont assez peu réussi, parce que, pour beaucoup de composés hydrolysables, les albuminoïdes par exemple, la constitution chimique n'est pas connue et que, pour les autres, les polysaccharides en particulier, les généralisateurs avaient trop peu de faits bien observés à leur disposition.

» Il semble cependant, en ce qui concerne l'hydrolyse fermentaire de ces derniers, et sans sortir du domaine expérimental, que quelques propositions générales peuvent être énoncées, tout au moins à titre provisoire, ne fût-ce que pour essayer de mettre un peu d'ordre dans une question que les travaux récents paraissent rendre de plus en plus complexe.

» Dans ce qui suit, je m'en tiendrai uniquement aux dérivés hydrolysables du glucose droit (dextrose) dont l'hydrolyse fermentaire a été observée.

» 1° On sait que le glucose peut se combiner à lui-même avec élimination d'eau, pour donner naissance à plusieurs composés isomériques différents, que l'on considère comme des éthers oxydes. Des faits connus, découle cette première donnée générale : *Pour hydrolyser ces combinaisons, de façon à revenir aux deux molécules de glucose, il faut autant de ferments différents qu'il y a de combinaisons* ([2]).

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 450.

([2]) La nécessité d'un ferment particulier pour obtenir l'hydrolyse de chacun de ces quatre hexobioses a été établie dans des recherches que j'ai publiées, soit seul (maltase et tréhalase), soit en collaboration avec M. Hérissey (gentiobiase et touranase),

» Ainsi : le maltose est hydrolysé par la *maltase*.

» Le tréhalose est hydrolysé par la *tréhalase*.

» Le gentiobiose est hydrolysé par la *gentiobiase*.

» Le touranose est hydrolysé par la *touranase*.

» Cela se conçoit d'ailleurs aisément. Dès l'instant où un composé donne lieu, en se combinant à lui-même, à plusieurs combinaisons, le mode de liaison est forcément différent pour chaque combinaison, cela en dehors de toute hypothèse. Et, par conséquent, étant donné ce que nous savons de l'individualité des ferments solubles, il paraît tout naturel que des agents différents de dédoublement soient nécessaires.

» 2° Le glucose peut également se combiner de la même façon, en formant des éthers-oxydes, avec un autre hexose, tel que le lévulose ou le galactose. *Pour hydrolyser chacun de ces éthers, il faut aussi un ferment particulier.*

» Ainsi : le saccharose est hydrolysé par l'*invertine*.

» Le lactose est hydrolysé par la *lactase*.

» Le mélibiose est hydrolysé par la *mélibiase*.

» 3° Les éthers dont il vient d'être question, et qui sont des *hexobioses*, peuvent, à leur tour, se combiner à 1^{mol} de glucose ou de tout autre hexose de façon à former des *hexotrioses*. On conçoit que les mêmes ferments, qui les dédoublaient lorsqu'ils étaient libres, puissent les dédoubler encore dans ces nouvelles combinaisons; mais ils les dédoubleront par fixation d'une seule molécule d'eau et par séparation d'une seule des deux molécules de l'hexobiose, l'autre molécule restant combinée avec la troisième.

» Voici le sucre de canne, que l'invertine hydrolyse en lévulose et glucose; dans les hexotrioses qui en dérivent, le *gentianose*, par exemple, l'invertine décroche 1^{mol} de lévulose, laissant les deux autres molécules sous forme d'hexobiose.

» Pour qu'il y ait hydrolyse complète, il faut faire intervenir un deuxième ferment, qui est un des ferments déjà prévus des hexobioses. Dans le cas du gentianose, ce ferment est la gentiobiase. On peut donc dire, en quelque sorte, que dans le gentianose l'une des molécules de glucose est unie d'une part avec le lévulose comme elle l'est dans le sucre de canne et, d'autre part, avec l'autre molécule de glucose comme elle l'est dans le gentiobiose.

» 4° En partant maintenant des hexotrioses, on peut faire des combinaisons plus complexes : des *hexotétroses*, ou, plus généralement, des *polysaccharides de plus en plus condensés*. On doit raisonner à l'égard des ferments qui hydrolysent ces polysaccharides comme on vient de le faire à l'égard des hexotrioses. *Il faudra, pour en déterminer l'hydrolyse complète, autant de ferments moins un que le polysaccharide renferme de molécules d'hexoses.* Il n'est pas impossible cependant qu'un même ferment intervienne plusieurs fois; ce sera dans le cas où le polysaccharide renfermera plusieurs groupes d'un même hexobiose (maltose, par exemple). Mais la notion n'en doit pas moins être considérée comme générale. On peut d'ailleurs la modifier en disant *qu'il devra s'effectuer autant d'actes fermentaires que le composé renferme de molécules d'hexoses moins une.*

» 5° Dans l'hydrolyse des hexotrioses et des polysaccharides plus condensés, apparaît une autre notion importante, que l'on peut énoncer ainsi : *dans l'hydrolyse d'un polysaccharide les ferments doivent agir successivement et dans un ordre déterminé.* S'il s'agit d'un composé insoluble, on conçoit que le premier acte fermen-

taire doive être celui qui provoque la liquéfaction de ce composé. Mais, même pour les composés solubles, les ferments doivent agir successivement. C'est du moins ce que nous avons constaté, M. Hérissey et moi, pour le gentianose. Si l'on fait agir l'invertine d'abord, puis la gentiobiase, on a l'hydrolyse intégrale, tandis que si l'on commence par la gentiobiase, on n'observe aucune action, ou seulement une action insignifiante.

» En résumé, les considérations qui précèdent nous conduisent d'abord à cette conclusion, sur laquelle j'ai déjà attiré depuis longtemps l'attention, que le nombre des agents que nous appelons *ferments solubles* ou *enzymes* est plus grand qu'on ne le pense généralement. En outre, elles nous font entrevoir que l'intervention des enzymes dans les phénomènes naturels d'hydrolyse est soumise à des lois relativement simples, que de nouvelles recherches permettront sans doute de préciser davantage. »

CHIMIE ANIMALE. — *Existence de la glycérine dans le sang normal.* Note de M. MAURICE NICLOUX, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans une Note récente (1), j'ai fait connaitre la méthode qui permet de séparer et de doser la glycérine ajoutée en quantité connue à un volume déterminé de sang. Antérieurement (2), j'avais indiqué comment il est possible sur quelques milligrammes de glycérine de déterminer grâce à l'oxydation régulière de cette substance en acide carbonique et en eau par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique, à la fois l'oxygène nécessaire à l'oxydation et l'acide carbonique produit, véritable analyse organique dont les expériences de contrôle ont démontré la parfaite exactitude. Elle permettra en outre, dans le cas d'une substance réduisant le bichromate, l'identification possible ou impossible avec la glycérine.

» En possession de ces deux méthodes, j'ai pu entreprendre l'étude de la question de savoir si la glycérine existe dans le sang à l'état normal.

» En opérant sur 10^{cm^3} ou 20^{cm^3} suivant la technique précédemment décrite, j'ai été amené à constater la présence d'un corps susceptible de réduire le bichromate, mais en quantité si petite que, malgré toute la délicatesse du procédé de dosage, on ne peut en déterminer la proportion.

» Pour résoudre la question, il était donc de toute nécessité d'effectuer le traitement de quantités relativement grandes de sang, afin qu'après

(1) MAURICE NICLOUX, *Comptes rendus*, 2 mars 1903.

(2) MAURICE NICLOUX, *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XXIX, 1903, p. 245.

séparation on pût réunir suffisamment de substance pour effectuer le dosage et l'analyse. Il était en outre du plus grand intérêt de s'assurer à nouveau de l'exactitude de la méthode de dosage pour des quantités de glycérine artificiellement introduites, plus faibles que 0,05 pour 100, limite inférieure donnée dans mon dernier travail.

» Voici brièvement comment nous avons opéré :

» On recueille par l'artère carotide d'un chien de 13^{kg}, à jeun depuis 40 heures, 370^{cm^3} de sang (rendu incoagulable par l'addition d'oxalate de potasse suivant la méthode d'Arthus), on en fait immédiatement deux parties :

» A l'une (*a*) du volume de 120^{cm^3} on ajoute $5^{mg},9$ de glycérine. Cette première partie est destinée à la vérification de la méthode de dosage.

» L'autre (*b*), du volume de 250^{cm^3}, est destinée à la détermination même de la substance réductrice contenue dans le sang.

» *Traitement de* (*a*). — Précipitation des matières albuminoïdes sinon en totalité, du moins pour la plus grande partie par l'eau bouillante (dix fois le volume du sang) acidifiée par l'acide acétique (le quart du volume du sang d'acide acétique à 1 pour 100 en poids d'acide cristallisable). On filtre après avoir noté le poids total et le poids du filtrat ([1]). Le liquide clair, légèrement jaunâtre sous une très grande épaisseur, est divisé en six parties. A chacune de ces parties correspondent la distillation dans le vide (assez délicate, car le liquide est toujours légèrement mousseux), l'évaporation à sec et l'entraînement par la vapeur d'eau.

» Les liquides d'entraînement réunis ont un volume total de 1860^{cm^3}, on concentre dans un ballon jusqu'à 60^{cm^3} et, pour éliminer toute trace de matières étrangères, particulièrement d'albuminoïdes, on fait une nouvelle distillation dans le vide, cette fois très aisée, une nouvelle évaporation à sec et un nouvel entraînement par la vapeur d'eau. On concentre le liquide d'entraînement, on effectue le dosage. On trouve tous calculs faits :

Substance réductrice comptée en glycérine... $8^{mg},3$

» *Traitement de* (*b*). — On le conduit comme précédemment.

» Douze opérations successives de distillation et d'entraînement sont nécessaires. Le volume total du liquide entraîné est de 3635^{cm^3}. On concentre dans un ballon jusqu'à 65^{cm^3}. Ce dernier liquide est distillé et évaporé à sec dans le vide, et soumis de nouveau à l'entraînement par la vapeur d'eau. On concentre le liquide d'entraînement, on en prélève une partie pour le dosage et l'on trouve, tous calculs faits, pour les 250^{cm^3} de sang :

Substance réductrice, comptée en glycérine......	$4^{mg},76$
Soit pour 100^{cm^3} de sang	$1^{mg},9$

([1]) On admet que la glycérine se répartit d'une façon homogène dans les deux parties : précipité très humide et liquide filtré. Les expériences de contrôle publiées dans la Note précédente légitiment parfaitement ce mode opératoire très simple.

» Ces résultats montrent d'abord que les $5^{mg},9$ de glycérine ajoutés aux 120^{cm^3} de sang se sont, malgré la longue série de manipulations, intégralement retrouvés. Ce fait était naturellement indispensable à établir. En effet, si 100^{cm^3} de sang apportent avec eux $1^{mg},9$ d'une substance réductrice, 120^{cm^3} apporteront $2^{mg},28$. Si l'on ajoute les $5^{mg},9$ artificiellement introduits, on trouve $8^{mg},18$; or l'expérience a donné $8^{mg},3$.

» Il reste à vérifier que le corps réducteur contenu dans le sang normal est bien la glycérine.

» Le rapport de la quantité de bichromate à la quantité de substance réductrice a été déterminé par le dosage. On effectue l'oxydation par le bichromate et l'acide sulfurique, suivant la technique décrite (¹), $2^{mg},71$ de la substance contenue dans le sang normal, comptée en glycérine, on trouve CO^2, produit : 2^{cm^3}, dont le poids est, pour $H = 775$, $t = 17^o,5$: $3^{mg},76$.

» Le calcul indique que théoriquement $2^{mg},71$ de glycérine donnent $3^{mg},88$ d'acide carbonique; on a trouvé $3^{mg},76$. C'est l'identité, aux erreurs d'expérience près. Le corps dosé est donc bien de la glycérine.

» Je n'entrerai pas dans le détail d'une expérience identique sur le sang du lapin; elle a abouti à une détermination de la quantité d'acide carbonique qui, théorique, était de $2^{mg},1$; elle a été trouvée égale à $2^{mg},16$, nombres qui identifient, comme précédemment, la substance dosée avec la glycérine.

» Ces démonstrations faites, j'ai déterminé quelques chiffres de glycérine dans le sang chez le chien et le lapin.

» En opérant sur 80^{cm^3} à 100^{cm^3} de sang, j'ai trouvé :

	Expériences.	Glycérine en milligrammes pour 100^{cm^3} de sang.	Observations.
Sang de chien.	1	mg 1,9	A jeun depuis 40 heures
	2	2,5	» » 17
	3	2,5	» » 17
Sang de lapin.	4	4,2	Nourriture à volonté.
	5	4,9	
	6	4,6 (²)	

(¹) Maurice Nicloux, *Bulletin de la Société chimique*, 3ᵉ série, t. XXIX, 1903, p. 245.

(²) La seconde distillation et le second entraînement, dans les expériences 3, 5, 6, ont été faits en milieu légèrement alcalin (chaux), contrairement aux autres 1 et 2, faites en milieu neutre ou très légèrement acide. L'expérience 4 est la moyenne de deux essais concordant aux erreurs d'expérience, faits dans l'un et l'autre milieu.

» *Conclusion.* — La glycérine existe normalement dans le sang, en quantité, il est vrai, fort petite. Les variations de ces proportions dans des contions déterminées pourront, je crois, présenter un certain intérêt. C'est cette étude que je poursuis. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme des actions lipolytiques.* Note de M. **Henri Pottevin**, présentée par M. E. Roux.

« Le mécanisme des transformations que subit la matière grasse dans l'économie animale est encore des plus obscur. Le seul ferment soluble dont l'action sur les graisses soit aujourd'hui bien établie est la lipase découverte par Claude Bernard dans le suc pancréatique; encore cette diastase agit-elle, pour ainsi dire, en dehors de l'organisme et avec une énergie qui paraît, si l'on s'en rapporte aux résultats des expériences *in vitro*, très faible; en fait, c'est à l'état de graisses neutres émulsionnées que les triglycérides se trouvent dans le chyle et sont déversés dans le sang.

» Dans le sang, les graisses disparaissent rapidement; il avait paru logique d'attribuer leur disparition à l'intervention de la sérolipase découverte par M. Hanriot, mais les observations d'Arthus, de Morel et Doyon, de Hanriot semblent mettre hors de doute ce fait à savoir que : la sérolipase qui se comporte comme une diastase spécifique des éthers-sels, dédoublant même certains éthers d'acides minéraux, est incapable d'attaquer les corps gras neutres naturels. J'ai pensé que cette inactivité de la sérolipase pouvait tenir à l'absence d'un corps capable de servir de trait d'union entre la diastase et la substance à dédoubler, corps qui existerait à côté du ferment saponifiant, dans le suc pancréatique : pour vérifier mon hypothèse, je me suis proposé de rechercher comment se comportent vis-à-vis l'un de l'autre le suc pancréatique et le sérum.

» Si l'on fait agir sur un corps gras neutre, d'une part, de l'extrait de pancréas en solution aqueuse ou du suc pancréatique, d'autre part, le même extrait de pancréas en solution dans du sérum sanguin de cheval ou un mélange de suc pancréatique et de sérum, on constate que l'action lipolytique est incomparablement plus active dans le second cas.

» *Expérience I.* — J'ai employé un extrait de pancréas obtenu en faisant macérer 100^{g} de pancréas de porc finement haché dans 500^{cm^3} de glycérine additionnée de 25^{cm^3} d'une solution de carbonate de soude à 10 pour 100. L'huile employée était de l'huile de foie de morue neutre. L'expérience était faite en abandonnant à l'étuve à

37° en présence d'un excès de chloroforme, les mélanges préalablement neutralisés. Les chiffres du Tableau indiquent en centimètres cubes d'une solution déci-normale la quantité de potasse nécessaire pour saturer les acides gras formés dans chaque essai, qui mettait en œuvre 3^{cm^3} d'extrait glycériné de pancréas, 100^{cm^3} d'eau ou de sérum de cheval et 15^{g} d'huile.

	Extrait pancréatique	
	et eau.	et sérum.
Après 3 heures...........	0,5	24,0
» 24 »	1,5	139,2

» *Expérience II.* — J'ai employé du suc pancréatique de chien mélangé, dans un cas, à son volume d'eau, dans l'autre, à son volume de sérum, en opérant comme précédemment, mais avec 10^{cm^3} de liquide et 1^{g} d'huile.

	Suc pancréatique	
	et eau.	et sérum.
Après 3 heures...........	0,0	5^{cm^3},6

» Avec certains sucs pancréatiques ou avec des doses très faibles d'extrait incapables de produire seules une action appréciable, on peut obtenir, en présence de sérum, des saponifications très énergiques; il est même facile de donner au phénomène la forme d'une expérience de cours.

» Dans le phénomène, contrairement à ce que j'avais pensé, la sérolipase n'intervient pas; il s'agit d'une action favorisante exercée par le sérum sur la lipase pancréatique. En effet, on n'observe plus de saponification si l'on ajoute au sérum un extrait ou un suc pancréatiques chauffés, tandis que l'action se produit encore si l'on emploie du sérum bouilli ou même du sérum dont les albuminoïdes ont été précipités par ébullition en présence d'acide acétique.

» *Expérience III.* — L'expérience a été faite dans les conditions déjà indiquées en employant du sérum étendu de son volume d'eau : pour la précipitation des albuminoïdes, le sérum était dilué au $\frac{1}{10}$, puis ramené au double de son volume primitif par évaporation. Chaque essai a été fait avec les mêmes quantités de produits que dans l'expérience I.

	Extrait pancréatique		
	et sérum.	et sérum bouilli.	et sérum précipité.
Après 3 heures........	18,0	17,1	5,4
» 24 »	110,2	112,3	62,1

» Une grande part de l'action exercée par le sérum provient des matières minérales. J'ai étudié directement l'action qu'exercent sur la lipase pancréatique un certain nombre de sels de chaux, de magnésie, de soude, de

potasse. Je donne ci-dessous, à titre d'exemple, les résultats obtenus avec des solutions à 5^g par litre.

» *Expérience IV*. — Les chiffres du Tableau ont la même signification que dans le cas de l'expérience I. L'action a été prolongée pendant 24 heures; au bout de ce temps, un essai témoin fait avec les mêmes quantités d'huile (15^g) d'extrait pancréatique (3^{cm^3}) et 100^{cm^3} d'eau distillée a donné $1^{cm^3},2$.

	Chaux.	Magnésie.	Soude.	Potasse.
Chlorure	75,8	60,0	18,1	8,1
Phosph. (neut. phtal.)	»	»	15,0	5,0
Sulfate (solution saturée)	53,0	»	10,2	7,2
Acétate	61,8	»	13,4	»
Lactate	68,4	»	5,2	»

» D'une façon générale, c'est la nature de la base qui détermine l'action du sel, et nous trouvons là un nouvel exemple de l'influence qu'exercent les ions oxhydrylés sur les phénomènes diastasiques.

» Au point de vue physiologique, l'action favorisante du sérum me paraît intéressante à retenir : il suffit, en effet, d'agiter de l'huile au contact de suc pancréatique ou d'une solution d'extrait de pancréas pour qu'elle fixe de la diastase et se saponifie avec énergie lorsque, après l'avoir débarrassée par lavages de l'excès de liquide diastasifère, on l'émulsionne dans du sérum. La disparition rapide des corps gras du torrent circulatoire pourrait ainsi s'expliquer par le fait que ceux-ci, émulsionnés dans l'intestin au contact du suc pancréatique, se chargent d'une quantité de diastase suffisante pour les saponifier dès qu'ils arrivent dans le sang.

» Les expériences que j'ai citées ont été faites avec de l'huile de foie de morue, mais j'ai obtenu des résultats identiques avec les divers corps gras sur lesquels j'ai opéré : huiles d'œillette, d'olive, de pied de bœuf, saindoux, beurre de vache. »

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude des Diplozoaires*. Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Guignard.

« Nous avons signalé, il y a quelque temps, l'existence d'un Flagellé double possédant deux énergides d'origine différente; nous proposions de désigner sous le nom de *Diplozoaires* les animaux qui présenteraient cette particularité [1]; ce groupement, il est à peine besoin de le dire, est

---

[1] P.-A. Dangeard, *L'organisation du* Trepomonas agilis (*Comptes rendus*, t. CXXXV, n° 26, p. 1366).

d'ordre biologique et non phylétique. Aux deux exemples déjà connus, nous pouvons aujourd'hui en ajouter un troisième, celui de l'*Arcella vulgaris* qui, comme son nom l'indique, est une espèce des plus communes.

» Les Traités généraux qui s'occupent de l'étude de cette espèce mentionnent la présence d'un nombre variable de noyaux dans le protoplasme; ainsi, Butschli (¹) parle d'une grande quantité d'éléments nucléaires et Y. Delage (²) admet que ce nombre oscille entre quatre et trente-deux. En présence des résultats différents que nous avons obtenus, il n'est pas inutile de noter que nos cultures ont duré trois mois environ; plusieurs milliers d'individus ont été examinés en préparations durables; nos conclusions semblent donc pouvoir être considérées comme ayant un caractère général.

» L'*Arcella vulgaris* a la forme d'un verre de montre ou, plus exactement, d'un béret dont les bords repliés en dedans limitent une ouverture circulaire par laquelle sort un gros pseudopode ramifié; dans la cavité générale, remplie de cytoplasme, se trouvent deux très gros noyaux; ils sont ordinairement situés, dans la gouttière circulaire, aux deux extrémités d'un même diamètre; dans certaines cultures, tous les individus, sans exception, possèdent cette organisation; dans d'autres cultures, on rencontre parfois des cellules ayant trois, quatre, ou même six noyaux; mais il est bon de remarquer que la proportion de ces cas anormaux était inférieure à 1 pour 100; ces modifications sont, à n'en pas douter, du même genre que celles qui sont fréquentes dans les cellules des tissus âgés; mais elles ne peuvent entrer en ligne de compte dans la considération d'une structure normale.

» Il est donc bien établi que l'*Arcella vulgaris* est un Rhizopode à deux énergides comme le *Trepomonas agilis* : il est impossible d'ailleurs d'en douter lorsqu'on suit le mode de division.

» L'*Arcella vulgaris* se multiplie par une sorte de bourgeonnement; une partie du cystoplasme sort par l'ouverture circulaire, s'arrondit et forme bientôt une cellule-fille symétrique de la cellule-mère, avec des dimensions beaucoup plus faibles.

» Lorsqu'un individu se dispose à la division, ses deux noyaux sont au stade de la prophase; à l'état de repos, ils sont constitués par une membrane nucléaire, un très gros nucléole central et du nucléoplasme réticulé; à la prophase, le nucléole a perdu ses limites comme s'il se dissolvait peu à peu et sa substance s'est accumulée aux pôles en deux calottes achromatiques hémisphériques; elles sont réunies par un fuseau achromatique à stries nombreuses; on distingue dans le plan équatorial des granulations chromatiques assez nombreuses qui représentent les chromosomes. L'existence des deux calottes polaires donne l'impression d'un stade tonnelet; cette apparence a trompé Gruber, qui n'a pas vu les chromosomes (³). Lorsque la séparation de ceux-ci est effectuée, le noyau, qui avait conservé sa forme jusque-là,

(¹) Butschli, *Protozoa*, p. 183.
(²) Y. Delage, *La cellule et les Protozoaires*, p. 103.
(³) Gruber, *Ueber Kernvermehrung und Schwarmbild bei Süsswasser-Rhizopoden* (*Ber. d. nat. Gesells. zu Freiburg*, 1892).

commence à s'allonger en tonnelet, et bientôt les chromosomes cessent d'être visibles.

» A ce moment, la cellule-fille est déjà recouverte d'une membrane; elle reste en communication avec la cellule-mère par un gros cordon de protoplasme : c'est dans ce cordon que s'engagent simultanément les extrémités polaires des deux fuseaux; ceux-ci ont pris la forme d'haltères; la rupture se fait au milieu et les nouveaux noyaux se reconstituent.

» Il résulte de cette description que les noyaux de l'*Arcella vulgaris* se comportent comme ceux du *Trepomonas* et des Urédinées : les noyaux d'une même cellule appartiennent à deux lignées parallèles indépendantes. L'avenir nous dira si cette constitution si intéressante aura, comme chez les Champignons basidiomycètes, sa répercussion sur le mode de reproduction sexuelle. »

BOTANIQUE. — *Sur l'existence et l'extension de la moelle dans le pétiole des Phanérogames.* Note de M. **Bouygues**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« La Note récente de M. Col [1] me porte à revenir sur la signification d'un nouveau méristème dont j'ai signalé l'existence dans les pétioles d'un grand nombre de Dicotylédones [2].

» MM. Bonnier et Flot ont repris séparément, il y a 3 ans, l'étude des origines des tissus de la tige et de la feuille [3].

» Ils ont confirmé et précisé l'existence de trois régions fondamentales dès le début du développement, c'est-à-dire que la jeune feuille, comme la jeune tige, possède un méristème épidermique, un méristème cortical, un méristème vasculaire. Les deux premiers méristèmes se distinguent du dernier par ce fait qu'il ne s'y produit aucun cloisonnement tangentiel. Mes propres recherches m'ont permis de confirmer l'existence permanente

---

(1) Col, *Sur l'interprétation de la disposition des faisceaux dans le pétiole et les nervures foliaires des Dicotylédones* (*Comptes rendus*, 1903, p. 517).

(2) Bouygues, *Structure, origine et développement de certaines formes vasculaires anormales du pétiole des Dicotylédones* (*Th. Doc. Sc. nat.*, 27 juin 1902).

(3) Bonnier, *Sur la différenciation vasculaire de la feuille et de la tige* (*Comptes rendus*, t. CXXXI, 1900, p. 1281). — Flot, *Sur l'origine commune des tissus dans la feuille et dans la tige des Phanérogames* (*Comptes rendus*, t. CXXXI, 1900, p. 1320).

de ces trois régions fondamentales à la base d'un très grand nombre de pétioles à système libéro-ligneux ouvert ou fermé.

» Mais il est un point particulier de mes observations qui me paraît permettre d'éclairer la question de l'existence et de la nature de la moelle dans la feuille.

» Dans un jeune pétiole quelconque on observe que la totalité du méristème vasculaire normal n'est pas employé à la formation des cordons de procambium. Il en subsiste toujours un reste nettement individualisé, par exemple à la base de tous les pétioles. Ce *reste*, qui surmonte les cordons de procambium du côté de la face supérieure de l'organe, correspond, par sa situation et aussi peut-être par son origine, *à la moelle de la tige*. La moelle, en effet, ne me paraît être, dans tous les cas, qu'un reste du méristème vasculaire non employé.

» Dans le cas des pétioles à système libéro-ligneux ouvert, les éléments de ce reste se cloisonnent en tous sens, suivent le développement de l'organe et engendrent un tissu qui comble la concavité de l'arc libéro-ligneux. Ce tissu, qui a la même origine que les faisceaux, est le représentant de la moelle par sa position et peut-être aussi par son origine.

» Mais il existe un cas plus complexe, réalisé dans les pétioles à système libéro-ligneux fermé, et dans beaucoup de pétioles à système ouvert. Le reste du méristème vasculaire normal s'y réduit généralement à deux ou trois assises de cellules polygonales, séparées de l'épiderme de la face supérieure par *une assise sous-épidermique, qui ne reste pas simple.*

» La forme des éléments qui constituent cette assise, à l'origine, et la direction primitivement radiale de leurs cloisonnements nous porteraient à la considérer comme l'*équivalent du méristème cortic il,* du moins en ne tenant compte que de la phase primordiale. Mais cette assise sous-épidermique, généralement unique, devient de très bonne heure le siège de cloisonnements tangentiels rapides, engendrant le méristème vasculaire supplémentaire.

» Dès lors, une question se pose : cette assise sous-épidermique de la face supérieure *représente-t-elle l'écorce, ou fait-elle partie du méristème vasculaire normal?*

» J'ai posé cette question dans mon Mémoire (¹). Il n'est pas douteux, ai-je dit, que ce soit l'écorce qui donne naissance à ce méristème vasculaire, car, presque toujours, les séries engendrées viennent jusqu'au con-

(¹) Bouygues, *Th. Doc. Sc.*, p. 26.

tact de l'épiderme, à moins toutefois d'admettre que l'écorce manque entièrement de ce côté, le méristème vsculaire normal arrivant au contact de l'épiderme.

» C'est la solution de cette question, encore non résolue d'une manière définitive, qui permettra de comprendre la véritable nature de la feuille, et c'est seulement du côté d'une étude attentive des origines qu'on peut espérer la trouver.

» En se fondant sur des données purement anatomiques, M. Col croit résoudre cette question et il conclut en disant que tous les tissus sous-épidermiques de la face supérieure de la feuille, avec ou sans faisceaux, correspondent à la moelle de la tige. Cette interprétation ne ressort pas de ses recherches. Elle s'impose nettement, au contraire, à la suite des miennes, du moins si l'on admet que l'écorce manque à la face supérieure du pétiole. Dans ce cas, en effet, la feuille ressemble véritablement à un segment de la tige et, par conséquent, les tissus de sa face supérieure correspondent à la moelle par leur position et peut-être aussi par leur origine.

» C'est surtout en considérant la disposition de l'*endoderme* que M. Col paraît vouloir tirer des conséquences importantes pour l'interprétation de la nature des régions de la feuille. Or cette région anatomique ne me paraît pas avoir cette valeur. M. Bonnier a nettement montré dans ses Notes ([1]), et j'ai moi-même reconnu ([2]), que dans la même feuille on peut distinguer des endodermes bien différents quant à l'origine. Le *premier,* le seul vrai, représentant l'*assise la plus interne de l'écorce*, est le plus souvent remplacé plus tard par une autre assise de cellules avoisinant de plus près les faisceaux définitifs. Cet endoderme final possède le nom de *gaine.* Si les faisceaux sont rapprochés, il n'y a qu'une gaine générale; s'ils sont éloignés, chacun d'eux peut avoir sa gaine particulière. Mais ces gaines ont pour origine le *méristème vasculaire*, et non pas le *méristème cortical* ([3]).

» C'est, comme on le voit, encore un nouveau cas de l'absence de correspondance entre les régions anatomiques adultes et les régions embryonnaires.

([1]) BONNIER, *Loc. cit.*

([2]) BOUYGUES, *Sur l'interprétation de certaines régions anatomiques du pétiole des Dicotylédones* (*Procès-verbaux, Soc. Linn. Bordeaux*, juin-juillet, 1902).

([3]) Telles sont les gaines des faisceaux concentriques du pétiole de *Primula rubra*, de *Valeriana officinalis*, de *Sanguisorba canadensis*, de nombreuses *Alchemilla*. Je les appelle *gaine* et non *endoderme*, comme le ferait croire la Note de M. Col.

» C'est donc du côté du développement, et non du côté de l'anatomie, qu'il faut rechercher l'interprétation et la constitution primitive de ces régions. »

BOTANIQUE. — *Sur la naissance des feuilles et sur l'origine foliaire de la tige.* Note de M. **Léon Flot**, présentée par Gaston Bonnier.

« Dans une précédente Note, communiquée à l'Académie le 31 décembre 1900, j'ai montré qu'une parfaite continuité existe, dès l'origine, entre les tissus homologues de la feuille, du bourgeon axillaire et de la tige proprement dite. Ces premières observations m'ont conduit à considérer la tige comme composée d'une suite de *segments foliaires*, chaque segment comprenant, soit en développement, soit en puissance, une feuille et un ou plusieurs bourgeons axillaires.

» Les recherches que j'ai poursuivies sur ce sujet me permettent aujourd'hui de préciser certains points de l'anatomie du sommet végétatif et des organes qui en naissent. Avant de les publier en détail, je désirerais faire connaître les principaux résultats auxquels cette étude m'a conduit. Je ne m'occuperai pour le moment que des Phanérogames Angiospermes.

» Considérons un certain nombre de plantes dont la tige peut présenter, dans son organisation définitive, plusieurs types de structure très différents (*Lonicera*, *Cornus*, *Galium*, *Aristolochia*, *Betula*, *Ulmus*, *Phytolacca*, *Vicia*, *Asparagus*, etc.). On y observe un plan général d'organisation qui est le suivant :

» *Origine des feuilles.* — Au sommet de la tige, les cellules terminales forment un certain nombre d'assises qui sont en *relation définie* avec les tissus des premières feuilles.

» L'assise extérieure forme le *méristème épidermique :* elle ne présente jamais de divisions tangentielles et donne naissance à l'épiderme.

» La seconde assise est simple, en général. Elle donne le *méristème cortical* qui double l'épiderme sur toute l'étendue du segment foliaire. Sa différenciation ultérieure produira, au moins en partie, le parenchyme foliaire sous-épidermique.

» Les assises initiales, situées au-dessous des deux premières, donnent naissance au *méristème vasculaire,* qui ne présente d'abord aucune différenciation. Au point où doit naître une feuille, une cellule de l'assise externe du méristème vasculaire (ou plusieurs cellules de cette assise placées côte à côte à un même niveau), produit, sur ses faces tangentielles, externe et interne, de nombreux segments.

» Ceux de ces segments qui sont situés vers l'extérieur, s'empilent en direction primitivement centripète, et forment un massif de cellules recoupé par des divisions longitudinales. Ce massif est l'origine du méristème vasculaire de la feuille ; il repousse en dehors le méristème cortical et le méristème épidermique ; en même temps le

méristème cortical se dédouble, du côté externe ou inférieur du limbe, en face de la nervure principale, par une série de cloisons tangentielles.

» Du côté opposé, les cellules qui proviennent des segments de l'initiale (ou des initiales) du méristème vasculaire foliaire, ainsi que les assises plus profondes du méristème vasculaire, se cloisonnent activement en direction radiale et en direction tangentielle. Ces cloisonnements vont se raccorder, vers le bas, avec le méristème vasculaire du segment foliaire inférieur.

» On peut conclure de ces observations que la première activité caractéristique du méristème vasculaire se manifeste au moment où va s'ébaucher le premier mamelon foliaire.

» *Constitution de la tige.* — A la base de la feuille, les méristèmes épidermique, cortical et vasculaire se réunissent : 1° vers le bas, avec les régions correspondantes de la feuille ou des feuilles inférieures situées du même côté, et 2° par leurs côtés avec les régions correspondantes des feuilles appartenant au même cycle ou au même verticille. C'est ainsi que la base des tissus existant à la partie inférieure de chaque segment foliaire participe à la constitution de la tige.

» Par conséquent, une section transversale de la tige, faite à un niveau donné, passe par un ensemble de régions homologues qui intéresse un nombre plus ou moins grand de segments foliaires. C'est la jonction de plus en plus intime qui s'opère, de haut en bas, entre les régions homologues des segments foliaires qui constitue, dans une section faite à une distance suffisante du sommet, la structure caractéristique de la tige, considérée comme autonome.

» *Cas particuliers.* — Certains cas, regardés d'ordinaire comme des exceptions, rentrent dans cette règle générale. Dans les Viciées, par exemple, les deux faisceaux, qui sont extérieurs à l'anneau libéro-ligneux, naissent et demeurent dans le méristème vasculaire. Ils forment d'abord les faisceaux marginaux du pétiole et, à la base de la feuille, ils fournissent les faisceaux stipulaires. D'autre part, ils descendent en dehors du cercle formé par les autres faisceaux, tout le long de l'entre-nœud, et s'intercalent entre les autres au nœud inférieur. Leur apparence corticale provient de ce que le méristème vasculaire différencie certaines de ses assises extérieures en un parenchyme à peu près semblable au tissu cortical. C'est en effet le caractère particulier de ce méristème de produire tantôt des vaisseaux (faisceaux libéro-ligneux), tantôt des parenchymes (rayons, moelle, zone périmédullaire, péricycle). Au contraire, je n'ai jamais observé de productions vasculaires dans la région corticale, telle qu'elle se trouve définie par l'étude de son développement.

» Dans l'Asperge, bien qu'à un certain moment les bourgeons axillaires prennent un grand développement et viennent remplacer physiologiquement les feuilles atrophiées, on observe néanmoins, au sommet végétatif, toute la suite des phénomènes constatés dans les autres plantes.

» En résumé, dans les cas en apparence les plus divers, la constitution des segments foliaires s'établit toujours de la même façon : l'apparition du premier mamelon foliaire est déterminée par les cloisonnements d'une ou

plusieurs cellules initiales spéciales du méristème vasculaire. Ces cloisonnements, tant internes qu'externes, marquent le point de départ de l'individualité du segment foliaire. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les poussières éoliennes du 22 février.* Note de M. **A.-B. Chauveau**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note récente (¹), M. F.-A. Forel a appelé l'attention sur les poussières éoliennes signalées en divers points de l'Europe, *les* 21 *et* 22 *février* derniers, et dont l'origine saharienne lui semble probable. Les observations qui suivent sont de nature à confirmer cette hypothèse. Elles sont extraites des journaux tenus à bord des navires de la Marine marchande et transmis au Bureau Central météorologique.

» Sur le journal du vapeur *Ville de San Nicolas,* des Chargeurs Réunis, l'observateur, M. Ollivier, écrit :

» Pendant les journées des 22 *et* 23 *février* (par 11° à 12° lat. N. et 27° à 26° long. O.), l'air a été fortement chargé d'une poussière très fine, de couleur rougeâtre, qui formait comme un épais rideau de brume. La vue était très limitée et nous avons dû faire usage des signaux phoniques.

» Ce phénomène, que j'ai déjà constaté, ne peut être attribué qu'à un fort coup de vent d'est qui, balayant le désert du Sahara, chasse devant lui des nuages de sable. Ce sable, dévié et entraîné par le courant des vents alizés, descendrait ensuite jusqu'à la zone des calmes équatoriaux.

» Nous l'avons rencontré cette fois à la hauteur du 11ᵉ parallèle nord, c'est-à-dire à près de 300 milles des îles du Cap Vert et environ 500 milles de la côte africaine.

» Un peu au nord et à l'ouest de cette région, entre les îles du Cap Vert et Dakar (par 13° à 14° lat. N. et 21° à 20° long. O.), le journal du paquebot *La Cordillère*, des Messageries Maritimes (observateur M. Leréquier), mentionne à la date du 21 :

» Depuis 1ʰ du soir, le ciel est complètement couvert ; la brume s'épaissit et devient intense au coucher du soleil. Une poudre jaune impalpable recouvre la coque et le gréement du navire (c'est la poussière du désert). Navigué le plus doucement possible, à la sonde et au sifflet.

» Enfin, à une latitude plus haute, dans les parages de Ténériffe (par 22° à 26° lat. N. et 21° à 19° long. O.), le phénomène est signalé

(¹) *Comptes rendus* du 9 mars 1903, p. 636.

le 19 par le journal du *Caravellas*, des Chargeurs Réunis (observateur, M. Laroque) :

» Depuis 3h du matin, une poussière rouge tombe à bord et autour du navire (sable fin rouge); pas de vue pendant 2 jours.

» La marche du phénomène est ainsi nettement indiquée, dans le sens prévu par l'observateur de la *Ville-de-San-Nicolas*.

» Les chutes de sable très fin et rougeâtre, donnant à l'air une apparence brumeuse, ne sont pas rares dans cette région de l'Atlantique et surtout au voisinage des Canaries. J'ai noté parmi les plus remarquables, comme abondance et comme durée, celle qui eut lieu *du* 11 *au* 17 *février* 1898 et fut signalée par plusieurs navires entre les îles du Cap Vert et Ténériffe. M. Teisserenc de Bort a étudié autrefois (1) une pluie terreuse tombée aux Canaries pendant la nuit *du* 21 *au* 22 *février* 1883. Il n'est pas sans intérêt de rapprocher les dates presque identiques de ces chutes en 1883, 1898 et 1903. En se reportant aux Cartes du *Bulletin international*, on constate qu'elles correspondent à des situations générales d'une très frappante analogie, du moins sur l'Europe.

» Les observations du baromètre et du vent pour le nord du continent africain sont insuffisantes; néanmoins, une origine commune et saharienne des poussières signalées le 22 février sur l'Europe et sur l'Atlantique ne semble pas douteuse et pourrait s'expliquer par l'existence, à cette date, d'un mouvement anticyclonique autour d'un centre de hautes pressions sur le Sahara occidental.

» Le Bureau central météorologique possède un échantillon des poussières de 1898, recueilli sur le paquebot *Laos*, des Messageries Maritimes, au voisinage des Canaries. L'analyse de ces poussières et leur comparaison avec celles qui sont tombées récemment en Europe pourront fournir d'utiles indications. »

M. **Mascart** présente, à ce sujet, les remarques suivantes :

» A la suite de cette Note j'ajouterai, d'après une lettre personnelle, des observations analogues faites à la même date par M. le capitaine *Chaves*, Directeur du service météorologique des Açores :

» Le 20 février, vers 10h du matin, s'est formé ici (à Ponta Delgada) un brouillard

(1) *Annales de Bureau central météorologique*, t. IV, 1882, p. 125.

épais, venu d'en haut, restant quelque temps limité aux régions qui dominent la ville, mais à une très grande distance.

» Le soleil, qui brillait depuis son lever, a été transformé en un disque sans éclat, d'une couleur rouge, ou mieux lilas, restant visible dans ces conditions jusqu'à son coucher, pendant que le brouillard, descendu peu à peu des hauteurs, couvrait toute la ville.

» Des poussières jaunâtres, presque imperceptibles, sont tombées depuis le début de ce phénomène. Le lendemain matin, les vaches blanches qui avaient passé la nuit dans les pâturages des montagnes étaient couvertes d'une poussière jaune, laquelle se voyait aussi, en très petite quantité, sur les feuilles des arbres et les murs de la ville.

» Le 21, je recevais de Horta et des autres îles du groupe central, des avis me notifiant la chute de mêmes poussières accompagnées du même brouillard.

» M. Chaves s'est demandé si ces poussières ne proviennent pas des éruptions volcaniques aux Antilles. Il a bien voulu m'adresser un échantillon de poussières grises, projetées par la Soufrière de Saint-Vincent et recueillies en mer par un vapeur anglais, et, en même temps, la moitié des poussières jaunes qu'il a pu obtenir sur des plaques de glycérine ou de glucose, pendant les brouillards des 20, 21 et 22 février.

» Les observations faites en mer à la même époque et la différence de teinte de ces poussières jaunes avec les cendres volcaniques (toutes réserves faites d'une comparaison au microscope) semblent indiquer que le brouillard des Açores provient des déserts de l'Afrique, quoique la distance soit supérieure à 1500^{km}.

» Les poussières dont il s'agit s'élèvent à une très grande hauteur, car la neige, au sommet du mont Pico (2274^{m}), avait une teinte jaunâtre dans la journée du 22 février. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *A propos de la physiologie de l'oreille interne.* Note de M. **Marage**, présentée par M. Yves Delage. (Extrait.)

« A la suite de la Note de M. Pierre Bonnier insérée aux *Comptes rendus* du 2 mars, à propos de ma Note du 26 janvier, je demande à l'Académie la permission de préciser certains points qui se rapportent à mes expériences.

» 1. Tous les anatomistes dont j'ai consulté les travaux sont d'avis que le canal périlymphatique peut permettre les déplacements de la périlymphe, tandis que le sac endolymphatique est complètement clos.

» 2. Pour voir au microscope les déplacements du ménisque, il faut employer des sons qui donneraient à l'étrier des déplacements de quelques

centièmes de millimètre, tandis que cet osselet se déplace, au plus, de $\frac{1}{1000}$ de millimètre, c'est-à-dire que ces sons ne pourraient être supportés par une oreille normale.

» Il est facile de comparer l'intensité des vibrations que j'emploie avec l'intensité des vibrations de la voix et de conclure, comme je l'ai fait, une valeur approximative des pressions qui s'exercent sur le sac endolymphatique.

» 3. Ces pressions $\left(\text{de l'ordre de } \overline{10}^{10} \text{ centimètres pour une voix ordinaire, d'intensité égale à } 20\right)$ sont voisines des dimensions attribuées aux atomes $\left(\overline{10}^{9}\right)$ et de l'espace qui les sépare $\left(\overline{10}^{8}\right)$: elles ne sauraient produire *les tourbillons et les remous* dont parle M. Pierre Bonnier. Il s'ensuit que, même en admettant la communication de l'endolymphe avec l'extérieur, ces pressions ne pourraient transporter l'endolymphe en totalité.

» 4. Enfin, comme voulait bien me le faire remarquer M. Delage, chez certains Elasmobranches, le contenu des canaux demi-circulaires et probablement le reste de l'endolymphe est gélatineux, et par conséquent incapable de déplacements en totalité. »

PSYCHOPHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur la psychophysiologie du sommeil.* Note de MM. **N. Vaschide** et **Cl. Vurpas**.

« Depuis quelques années, nous avons entrepris une série de recherches expérimentales sur la psychophysiologie du sommeil et des rêves, soit pour contrôler certains faits acquis et considérés comme classiques, soit pour résoudre certaines questions relatives au mécanisme intime de ces phénomènes biologiques. Ne voulant apporter ici que les résultats et les conclusions qui nous ont paru les plus typiques, nous donnerons un simple aperçu global et synthétique de nos principaux travaux sur ce sujet.

» Voici *grosso modo* la technique que nous avons employée. Nous suivions d'aussi près que possible et d'une manière continue, pendant toute une nuit, dans ses diverses manifestations et modalités, le sommeil d'une personne qui, volontairement, se soumettait à nos expériences. Une bonne partie de nos recherches ont porté sur nous-mêmes; nous expérimentions à tour de rôle l'un sur l'autre. Depuis le moment du coucher jusqu'au réveil, nous suivions non seulement notre analyse psychologique et ses modalités complexes et multiples, mais nous enregistrions concurremment le pouls capillaire, le pouls radial, le tracé du cœur, la respiration, la pression du sang, l'état des différents processus sensoriels, de même que nous prêtions grande attention à

l'étude de la physionomie et de l'état moteur en général, tous phénomènes d'une connaissance particulièrement importante dans l'étude de la psychophysiologie du sommeil.

» Nos observations étaient consignées par écrit et étudiées en dehors du sujet en expérience. Nous n'avons jamais négligé de compléter nos expériences par une analyse psychologique aussi minutieuse que possible du sujet.

» Nos résultats sont indépendants de toutes modifications physiologiques extérieures et grossières, comme changements de position ou autres conditions biologiques constituant une source importante de changements dans l'état du sommeil, ainsi que dans la structure et la physionomie des rêves. Nous nous réservons, d'ailleurs, de revenir plus tard sur ces points particuliers.

» Nos recherches ont porté principalement sur quatre sujets normaux et bien portants, âgés de 25 à 32 ans.

» Un premier point, qui semble ressortir de nos recherches, est la constatation, dans la somnolence précédant le sommeil, d'un rythme tout particulier dans la vie psychique, principalement dans l'association des images, rythme constitué par une alternance d'états d'attention et de distraction, revenant régulièrement à l'état mental.

» Les états d'attention se font de plus en plus courts, quoique réguliers; les états de distraction prennent le pas et arrivent à obnubiler presque entièrement la conscience. Ces états de distraction se traduisent sous forme d'absences, rapides, instantanées au début, concordant exactement avec l'apparition des premières hallucinations hypnagogiques, ainsi qu'avec le début de l'asynergie des mouvements conjugués des yeux. Peu à peu ces amnésies, ces états d'absence s'accompagnent d'hallucinations de plus en plus disparates et vagues, et de plus en plus pauvres d'éléments sensoriels et d'images constituant la mentalité immédiate du sujet. Ces hallucinations finissent par se perdre dans un état d'absence, en se fusionnant pour ainsi dire avec lui. Le sujet s'endort dans un de ces états de distraction hallucinatoire, plus ou moins obnubilé par un état d'absence qui tantôt dure à peine 2 ou 3 minutes, tantôt persiste plus de 5 minutes. Au moment du réveil, ce rythme reparaît avec le retour des états d'attention, au début très fugitifs, mais prenant peu à peu le pas, au détriment des états d'absence de plus en plus dépourvus des hallucinations hypnagogiques qui les accompagnent. Le sujet se réveille au moment où ce rythme mental tend à disparaître avec le réveil, dans la succession normale des processus psychiques de la veille.

» Un second point, ressortant de nos recherches, se rapporte à l'état des vaso-moteurs pendant le sommeil. L'étude des tracés sphygmogra-

phiques nous a montré que, pendant la période de somnolence qui succède au rythme hallucinatoire de la fatigue ou de la distraction mentale, caractérisant le début du sommeil, des phénomènes de vaso-constriction et de vaso-dilatation se succédant périodiquement traduisent les oscillations des vaso-moteurs et arrivent à un véritable automatisme, lorsque le sujet entre réellement dans le sommeil. Toutes les excitations sensorielles paraissent provoquer des modifications vaso-motrices sensiblement différentes de celles de la veille.

» Mosso, dans ses remarquables travaux sur la circulation sanguine, avait le premier relevé des faits analogues. Nous ajouterons que, pendant toute la nuit, dans le sommeil calme de nos sujets robustes et sains, nous avons en outre relevé l'existence d'un rythme se présentant sous la forme d'une vaso-constriction de plus en plus rare à mesure que l'on avançait dans le sommeil profond, pendant lequel elle persistait encore, puis reparaissait de plus en plus fréquente, à mesure que le sujet approchait davantage du réveil. Notons encore qu'entre ce mode de réaction des vaso-moteurs et la déviation conjuguée des yeux il y avait des rapports étroits très nets et très manifestes.

» Dans l'étude de la circulation sanguine, nos recherches s'harmonisent pleinement avec celles de Mosso, de même que dans l'étude de la respiration. Le cœur change de rythme, tout en changeant de vitesse, et l'examen du dicrotisme du pouls radial nous conduit à admettre une différence dans la forme de la pulsation sanguine, pendant le sommeil et pendant la veille, surtout dans leurs réactions aux excitations sensorielles.

» L'examen de l'état sensoriel confirme l'opinion, que nous avons déjà formulée ailleurs, à savoir que, dans la phase de somnolence, les sensations, tout en étant perçues, sont mal localisées, et qu'il arrive des moments où la perception et même la sensation ne sont perçues que sous forme hallucinatoire. Cette hallucination évolue dans une hypoesthésie plus ou moins accusée qui, avec le réveil, disparaît peu à peu, suivant, elle aussi, dans son retour à l'état de sensibilité normale, une périodicité bien définie, constituée par des phases successives d'hypoesthésie et d'esthésie (1).

» Pour schématiser ces modifications différentes de nature, psychiques,

(1) N. VASCHIDE et CL. VURPAS, *Contributions expérimentales à la psycho-physiologie des hallucinations* (*Journal de Neurologie*, n° 9, 1902).

hallucinatoires, sensorielles, circulatoires, vaso-motrices, respiratoires, etc. et les localiser dans l'espace et dans le temps, on pourrait dire que le sommeil commence, dans une première phase, par un état de distraction qui provoquerait des états d'absence, s'accompagnant toujours davantage d'hallucinations hypnagogiques nombreuses et disparates, intimement liées à la longueur des absences; qu'immédiatement après, dans une seconde phase, ces états de distraction se traduisent par un trouble moteur très délicat, constitué par l'absence de parallélisme dans le regard ou par de la déviation des mouvements conjugués des yeux; enfin qu'en dernier lieu, ou dans une troisième phase, indice d'un sommeil probable ou en tout cas très proche, les vaso-moteurs semblent se conformer à des lois différentes de celles qui règlent leur mécanisme pendant la veille. »

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 mars 1903.

Note sur la théorie des régulateurs des machines à vapeur, par M. V. Dwelshauvers-Dery. Correspondant de l'Institut. s. l. n. d.; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. Léon Lindet. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 fasc. in-4°.

Les hypothèses scientifiques relatives au Saint-Suaire de Turin, leur discussion, par A.-L. Donnadieu. Lyon, imp. Emmanuel Vitte, 1903; 1 fasc. in-8°.

Statistique sanitaire des villes de France pendant l'année 1901 *et Tableaux récapitulatifs des années* 1886 *à* 1901, 16e année. Melun, imprimerie administrative, 1902; 1 vol. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; t. XV, livraison du 15 février 1903, n° 170. Paris, Paul Dupont; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France, compte rendu mensuel, t. LXIII, année 1903, n° 1. Paris, Philippe Renouard; 1 fasc. in-8°.

Mémoires et Comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France; 6e série, 56e année, n° 1. Bulletin de janvier 1903. Paris; 1 fasc. in-8°.

Quelques expériences sur l'action du bromure de radium, par Th. Indrikson. (En langue russe, avec résumé en français.) Saint-Pétersbourg; 1 fasc. in-8°.

The Atlantic Palolo, by Alfred Goldsbourg Mayer, with one plate. (*The Museum of the Brooklyn Institute of Arts and Sciences: Science*, Bull., vol. I, n° 3.) New-York, 1902; 1 fasc. in-8°.

Estudos sobre o desenvolvimento da armaçao dos Veados Galheiros do Brazil (*Cervus paludosus, C. campestris, C. Wiegmanni*), pelo prof. Dr Emilio-A. Gœldi, com 4 estamps feitas no mesmo Museu. (*Memorias do Museu Gœldi*, t. III.) Rio-Janeiro, 1902; 1 fasc. in-4°.

Beckham's athermatics; art. I: *Conception in athermatics*, by Edward Beckham. Philadelphie, 1903; 1 fasc. in-12.

Year-Book of the Royal Society, 1903. Londres, Harrison et fils, 1903; 1 vol. in-8°.

Publications of the Washburn Observatory of the University of Wisconsin; Vol. XI. *Meridian Observations for stellar parallax*, first series, 1893-1896, by Albert-S. Flint. Madison, Wis., 1902; 1 vol. in-4°.

Report of the chief of the Weather Bureau, 1901-1902. Washington, 1902; 1 vol. in-4°.

Census of India 1901: *Madras*, parts I-III; *Baroda*, parts I-III; *Burma*, parts I-II; *Baluchistan*, part III; *Coorg*, report and tables; printed by the Superintendent, Government Press, 1902; 10 vol. in-4.

Travaux de la Section géologique du Cabinet de Sa Majesté, Ministère de la Maison de l'Empereur; Vol. V. Saint-Pétersbourg, 1902; 1 vol. in-8°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie, classe des Sciences mathématiques et naturelles; n° 1, janvier 1903. Cracovie; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société scientifique de Bruxelles, 27e année, 1902-1903, 1er fascicule. Louvain; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; 4e série, t. XVII, n° 1. Bruxelles, 1903; 1 fasc. in-8°.

Boletin de la Sociedad espanola de Historia natural; t. III, n° 1, enero de 1903. Madrid; 1 fasc. in-8°.

Bollettino technico della coltivazione dei tabacchi, pub. per cura del R. Istituto sperimentale di Scafati (Salerno); anno II, n° 1, gennaio-febbraio 1903; 1 fasc. in-8°.

The Plant World, a monthly journal of popular Botany; Vol. V, n° 10, october 1902. Washington; 1 fasc. in-8°.

Journal of the Royal microscopical Society, containing its transaction and proceedings and summary of current researches relating Zoology and Botany, microscopy, etc., 1903, part I. Londres; 1 fasc. in-8°.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura dei prof. P. Tacchini ed A. Ricco; Vol. XXXII, d. 1, 1903. Catane; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 mars 1903.

Cours de Physique mathématique. *Figures d'équilibre d'une masse fluide*, Leçons professées à la Sorbonne en 1900 par H. Poincaré, Membre de l'Institut, rédigées par L. Dreyfus. Paris, C. Naud, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Poincaré.)

Abrégé de Géologie; par A. DE LAPPARENT, Membre de l'Institut; 5e édition, considérablement augmentée, avec esquisses des anciennes mers, 158 figures dans le texte et une Carte géologique de la France en chromolithographie. Paris, Masson et Cie, 1903; 1 vol. in-12. (Hommage de M. de Lapparent.)

Étude des phénomènes volcaniques : Tremblement de terre, éruptions volcaniques, le cataclysme de la Martinique, 1902, par FRANÇOIS MIRON. Paris, Ch. Béranger, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Fouqué.)

Hygiène expérimentale : L'oxyde de carbone, par N. GRÉHANT. Paris, Gauthier-Villars, Masson et Cie, s. d.; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Bouchard. Hommage de l'auteur.)

La tuberculose dans l'armée, par le Dr A. KELSCH, avec tracés et cartes. Paris, Octave Doin, 1903; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Labbé.)

L'hypnotisme et la suggestion, par P. GRASSET. Paris, Octave Doin, 1903; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Bouchard, Hommage de l'auteur.)

Le navire pour passagers : essai sur un type nouveau de navires sans tangage et sans roulis, évitant ainsi le mal de mer aux passagers, inchavirables et insubmersibles après abordage, par C. TURC. Paris, E. Bernard et Cie, 1903; 1 fasc. in-4. (Présenté par M. Guyou.)

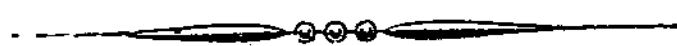
La Science au vingtième siècle, nouvelle revue illustrée des sciences et de leurs applications. Directeur : G. MANEUVRIER; Comité de patronage : E.-H. AMAGAT, APPELL, Dr D'ARSONVAL, GASTON BONNIER, H. DESLANDRES, Dr LANNELONGUE, G. LIPPMANN, H. MOISSAN, EDM. PERRIER, Dr E. ROUX, Membres de l'Institut. Revue mensuelle, 1re année, no 1, 15 mars 1903. Paris, Ch. Delagrave; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Lannelongue.)

Bulletin de l'Institut Pasteur, revues et analyses des travaux de Bactériologie, Médecine, Biologie générale, Physiologie, Chimie biologique dans leurs rapports avec la Microbiologie; publication bimensuelle rédigée par le personnel de l'Institut Pasteur. 1re année, t. I, nos 1 et 2, janvier-février 1903. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Duclaux.)

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de M. JULES RICHARD. Fascicule XXII : *Échantillons d'eaux et de fonds provenant des campagnes de la* Princesse Alice (1901), par J. THOULET; avec 3 planches. Imprimerie de Monaco, 1902; 1 fasc. in-4°.

La quatrième campagne scientifique de la Princesse-Alice II, par S. A. S. ALBERT Ier, Prince de Monaco. (Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* t. CXXXVI, p. 211. Séance du 26 janvier 1903.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 MARS 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'affinité à basse température; réactions du fluor liquide à* $-187°$. Note de MM. **H. Moissan** et **J. Dewar**.

« Les expériences que nous avons poursuivies sur la combinaison du fluor solide avec l'hydrogène liquide à $-252°,5$, soit à $20°,5$ absolus, nous ont amenés à reprendre l'étude de quelques propriétés chimiques du fluor liquide.

» Ces expériences sont assez délicates à conduire, pour deux raisons : 1° un corps refroidi à $-100°$ ou $-150°$ attire l'humidité de l'air avec une très grande énergie et s'entoure presque instantanément d'une couche solide et souvent transparente de glace, qui empêche toute réaction; 2° la combinaison parfois superficielle, qui se produit tout d'abord, forme une enveloppe d'un composé insoluble, limitant aussitôt la réaction. Cette seconde cause, qui se produit par exemple dans l'action du sodium sur le chlore liquide, est d'autant plus importante que nous ne savons à peu près rien au sujet de la solubilité des corps simples ou composés dans les gaz liquéfiés.

» Pour établir que l'affinité se maintenait à des températures très basses, nous avons repris l'étude de l'action du fluor sur quelques corps simples et composés, en substituant le fluor liquide au fluor gazeux.

» Pour réaliser ces expériences, le corps à étudier était disposé dans un tube de verre de petit diamètre, desséché avec grand soin. Ce tube, de 15^{cm} à 20^{cm} de longueur, était scellé à la température ordinaire, de façon à éviter l'absorption de l'humidité de l'air. Il était ensuite placé dans de l'air liquide à $-190°$. D'autre part, le fluor, bien privé de vapeurs d'acide

fluorhydrique, était liquéfié dans un tube de cristal sec dont le diamètre était notablement plus grand que celui des tubes contenant les échantillons. Au moment de faire l'expérience, on coupait l'extrémité du petit tube renfermant le corps sec et froid et l'on introduisait ce tube incliné et retourné dans celui qui contenait le fluor liquide. Il suffisait ensuite de le relever légèrement pour faire tomber le corps à étudier dans le fluor liquide.

» L'iode prend feu dans le fluor à la température ordinaire en donnant un pentafluorure d'iode IF^5. Dans le fluor liquide l'iode ne réagit pas.

» L'oxygène pur liquéfié n'a pas d'action sur le fluor liquide à la température de $-187°$. En laissant le mélange s'échauffer chacun des deux corps simples se sépare à son point d'ébullition.

» Lorsqu'on laisse tomber un morceau de soufre bien sec dans le fluor liquide, il se produit immédiatement une flamme intense, d'un bleu livide, qui emplit de suite tout l'appareil; le tube de cristal est brisé par suite de l'élévation de la température et, dès que l'excès de fluor liquide est volatilisé, on reconnaît que les parois de verre sont recouvertes d'hexafluorure de soufre cristallisé qui ne tarde pas à reprendre l'état gazeux.

» Avec le sélénium la réaction est encore plus violente. A la température de $-187°$, il se produit, au contact du sélénium et du fluor liquide, une flamme accompagnée d'une détonation assez forte pour briser les tubes et le vase à double paroi rempli d'air liquide au milieu duquel se faisait la réaction. Après l'explosion les fragments du tube étaient recouverts d'un enduit de sélénium rouge.

» Le tellure ne se combine pas au fluor liquide à $-187°$.

» L'azote et le fluor ne réagissent pas l'un sur l'autre soit à la température ordinaire, soit lorsque ces deux gaz sont liquéfiés.

» Nous avons laissé tomber du phosphore rouge, absolument sec, dans du fluor liquide à $-187°$, et de suite le phosphore s'est combiné au fluor avec flamme, en produisant du pentafluorure de phosphore qui a été rapidement solidifié et qui a repris l'état gazeux lorsque tout le fluor a été volatilisé par suite du réchauffement du tube.

» De même l'arsenic réagit avec une grande violence sur le fluor liquide. Il se produit une belle flamme bleue et, après le départ du fluor, il reste un fluorure d'arsenic solide.

» L'antimoine tombe au fond du fluor liquide, il n'est pas attaqué et conserve son aspect brillant.

» Les différentes variétés de carbone, le silicium cristallisé et le bore

amorphe ne réagissent pas sur le fluor liquide à sa température d'ébullition. Lorsque nous avons laissé tomber un petit fragment de charbon de bois ou une parcelle de noir de fumée dans le tube de cristal contenant le fluor liquide, le carbone est devenu incandescent dans le gaz et s'est éteint au contact du liquide.

» Le sodium, mis au contact du fluor liquide, reste brillant, mais il se recouvre d'une couche mince transparente de fluorure de sodium. Le potassium ne réagit pas tout d'abord sur le fluor liquide, mais, après une vingtaine de secondes, la combinaison se produit avec une violente explosion. Le tube de verre dans lequel se faisait l'expérience a été pulvérisé.

» Certaines réactions fournies par les corps composés sont aussi très énergiques à basse température. En laissant tomber quelques fragments d'iodure de potassium sec dans du fluor liquide maintenu à quelques degrés en dessous de son point d'ébullition, il ne se produit aucune réaction. Mais, dès que la température s'élève et que l'ébullition se produit, il se fait une vive décomposition; l'iode est déplacé et, grâce à l'élévation de température, brûle dans le fluor. L'iodure mercurique ne réagit pas sur le fluor liquide, mais prend une teinte jaune par suite de l'abaissement de température. Dans les mêmes conditions, le ferrocyanure de potassium n'est pas attaqué.

» L'anhydride arsénieux tombe au fond du fluor liquide sans manifester aucune réaction.

» Il en est de même de la silice et de l'anhydride borique. Au contraire, la chaux est violemment attaquée, portée à l'incandescence et, par suite de l'intensité de la réaction, le tube est brisé. Le carbure de calcium est sans action.

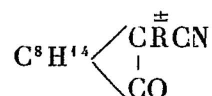
» L'anthracène cristallisé et bien desséché, mis au contact du fluor liquide à -187°, produit une réaction violente, avec dégagement de chaleur, explosion et dépôt de charbon. La réaction est donc ici identique à celle fournie antérieurement par l'hydrogène et l'essence de térébenthine solide. A -187° l'iodoforme n'est pas décomposé par le fluor liquide. Enfin le fluor liquide n'exerce aucune action sur le sucre, la mannite et la morphine à cette basse température.

» *En résumé*, l'affinité du fluor liquide à la température de -187° est encore assez puissante pour enflammer, sans le secours d'aucune énergie étrangère, le soufre, le sélénium, le phosphore, l'arsenic; pour décomposer violemment avec incandescence l'oxyde de calcium, enfin pour donner avec l'anthracène un véritable mélange explosif. Nous voyons donc

que, à de très basses températures, l'affinité se maintient lorsqu'on s'adresse à des réactions aussi énergiques que celles fournies par le fluor au contact des corps simples ou composés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les alcoyl- et acylcyanocamphres et les éthers alcoylcamphocarboniques. Influence de la double liaison du noyau renfermant le carbone asymétrique, sur le pouvoir rotatoire de la molécule.* Note de M. **A. Haller.**

« Dans nos premières recherches sur les camphres cyanoalcoylés et cyanoacylés ([1]) nous avons assigné à ces composés la formule



$\overset{\pm}{R}$ représentant un radical hydrocarboné ou acide.

» Une étude plus approfondie de ces combinaisons nous a fait entrevoir qu'ils pouvaient être considérés comme des composés énoliques ([2]).

» Plus tard, en collaboration avec M. Minguin ([3]), nous avons réussi à préparer deux méthylcyanocamphres isomères α et β, dont l'un fournit par saponification avec la potasse de l'acide méthylhomocamphorique, tandis que l'autre donne du chlorure de méthyle et régénère du camphre cyané quand on le traite par de l'acide chlorhydrique.

» Ces dernières recherches ont été reprises et confirmées par M. Rochussen ([4]).

» Dans le but d'étudier l'influence des doubles liaisons sur le pouvoir rotatoire de quelques molécules cycliques, nous avons soumis l'ensemble de ces dérivés du cyanocamphre à de nouvelles investigations qui nous ont montré que, dans leur préparation, il se forme toujours à la fois les deux formes



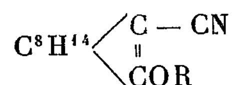
([1]) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXIII, 1891, p. 55.

([2]) *Dict. Chimie de Würtz*, 2e *supplément*, p. 912. — *Comptes rendus*, t. CXV, p. 98.

([3]) A. Haller et J. Minguin, *Comptes rendus*, t. CXVIII, 1894, p. 690.

([4]) F. Rochussen, *Dissert. inaug. Bonn*, 1897, p. 25.

et

II. 

les représentants de la forme énolique II étant toujours en quantité dominante.

» La préparation se fait en ajoutant peu à peu au mélange de camphre cyané et d'iodure alcoolique la quantité théorique de méthylate de soude étendu d'alcool méthylique. Le produit est ensuite lavé, séché et rectifié dans le vide. Les dérivés énoliques bouillent à une température plus basse que leurs isomères. Ces derniers renferment toujours de petites quantités du dérivé énolique que l'on sépare en traitant le mélange par de l'acide chlorhydrique concentré. Dans ces conditions l'éther énolique est saponifié en cyanocamphre et en éther chlorhydrique.

» Indépendamment des deux méthylcyanocamphres déjà décrits, nous avons obtenu ainsi du propylcyanocamphre α et β, le premier en trop petites quantités pour avoir pu en prendre les constantes physiques, et les allylcyanocamphres.

» C.-*allylcyanocamphre* ou dérivé α : $C^8H^{14}\langle\begin{smallmatrix}C(C^3H^5)-CN.\\ |\\ CO\end{smallmatrix}$ — Il se présente sous la forme d'une huile bouillant de 155° à 165° sous 10mm. Elle n'est pas attaquée par l'acide chlorhydrique à la température du bain-marie.

» O.-*allylcyanocamphre* ou dérivé β : $C^8H^{14}\langle\begin{smallmatrix}C-CN.\\ \|\\ CO\,C^3H^5\end{smallmatrix}$ — Cet éther énolique constitue une huile distillant de 140° à 150° sous 10mm. Soumise à l'action de l'acide chlorhydrique, elle se décompose intégralement en chlorure d'allyle et camphre cyané fondant à 124°-125°.

» Si maintenant on compare les pouvoirs rotatoires respectifs des C.-alcoylcyanocamphres avec leurs isomères énoliques connus, on arrive aux nombres suivants :

	Pouvoir rotatoire	
	des C.-alcoylcyanocamphres.	des O.-alcoylcyanocamphres.
Méthylcyanocamphres	$\alpha_D = +90°$	$\alpha_D = +107°$
Éthylcyanocamphres	»	$\alpha_D = +120$
Propylcyanocamphres	»	$\alpha_D = +126$
Allylcyanocamphres	$\alpha_D = +49$	$\alpha_D = +124$

» Le pouvoir rotatoire des trois premiers a été pris au sein du toluène, tandis que celui des dérivées allyles a été mesuré sur des solutions alcooliques.

» Il ressort nettement de ces chiffres que le pouvoir rotatoire des dérivés énoliques est supérieur à celui de leurs isomères, et que cette exaltation est due à la présence d'une double liaison dans le noyau du camphre contenant le carbone asymétrique. Sans être aussi forte que celle des alkylidènecamphres (¹), cette augmentation est néanmoins très sensible.

» *Éthers alcoylcamphocarboniques.* — Dans le but de comparer les pouvoirs rotatoires des propylcamphocarbonate et allylcamphocarbonate de méthyle, nous avons préparé ces composés en nous servant de la méthode qui a permis à M. J. Minguin (²) d'obtenir le premier de ces dérivés, le méthylcamphocarbonate de méthyle, méthode qui a été employée depuis par M. Brühl (³) dans ses belles recherches sur certains de ces éthers.

» Elle consiste à ajouter peu à peu du méthylate de soude à un mélange de camphocarbonate de méthyle avec l'iodure alcoolique, tout en chauffant dans un appareil à reflux. Quand le produit est neutre, on lave avec de l'eau, on sèche et on l'rectifie dans le vide.

» C.-*propylcamphocarbonate de méthyle* : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} C\left\langle\begin{array}{l}C^3H^7\\ CO^2CH^3\end{array}\right. \\ | \\ CO\end{array}\right.$. — Dans cette préparation, il est extrêmement difficile d'obtenir un rendement s'approchant de la théorie, une bonne partie du camphocarbonate de méthyle échappant à la réaction. Néanmoins, quand on recueille le produit passant de 165° à 170° sous 10^{mm} et qu'on le soumet pendant longtemps au froid, on arrive à isoler un corps solide et blanc, qui, essoré et mis à cristalliser dans l'alcool, fournit des prismes très bien définis qui fondent à 69°-70°.

» Ce corps est très soluble dans la plupart des dissolvants organiques, ne colore pas les persels de fer, même après un traitement à l'acide chlorhydrique, comme le fait le camphocarbonate de méthyle (⁴), et est par conséquent formé par du C.-propylcamphocarbonate de méthyle.

» Comme l'éthylcamphocarbonate de méthyle de M. Brühl (³), cet éther résiste à l'action de la potasse alcoolique, même à une température de 150°. Cette résistance vis-à-vis des agents saponifiants nous a permis de séparer facilement du produit cherché l'excès de camphocarbonate de méthyle qui lui est toujours mélangé et dont la saponification s'effectue très aisément.

» Indépendamment du corps fondant à 69°-70°, nous avons réussi à isoler, dans une de nos préparations, un isomère beaucoup plus soluble et fondant à 30°. Nous pensions être en présence d'un éther énolique

---

(¹) A. Haller et P. Th. Muller, *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1370.

(²) J. Minguin, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1369.

(³) Brühl, *Ber. d. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 3382, 3708; t. XXVI, p. 290; t. XXXV, p. 3620.

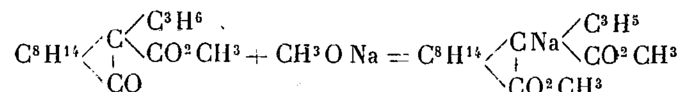
(⁴) *Ibid.*, t. XXXV, p. 4113.

analogue à ceux qui se forment dans l'action des iodures alcooliques sur le camphre cyané. Il n'en est rien. Ce composé est un stéréoisomère du corps fondant à 69°-70°, car il résiste à l'action de l'acide chlorhydrique. Les pouvoirs rotatoires dans l'alcool de ces deux stéréoisomères sont les suivants :

Propylcamphocarbonate de méthyle fondant à 69°-70°... $\alpha_D = +52°,34'$
Propylcamphocarbonate de méthyle fondant à 30°...... $\alpha_D = +49°,44'$

» C.-*allylcamphocarbonate de méthyle :* $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} C\left\langle\begin{matrix} C^3H^5 \\ CO^2CH^3 \end{matrix}\right. \\ | \\ CO \end{matrix}\right.$. Récemment obtenu par M. Brühl ([1]), nous avons préparé ce corps par le même procédé que le dérivé propylé ([2]).

» Ses propriétés coïncident avec celles données par le savant allemand. Comme lui nous avons constaté qu'il résiste à l'action des agents saponifiants ordinaires. Il fond à 75°-76° et son pouvoir rotatoire dans l'alcool est $\alpha_D = +62°$. Quand on le chauffe à 180° avec du méthylate de sodium, on obtient non pas de l'acide allylcamphocarbonique, mais de l'allylhomocamphorique en vertu d'une réaction analogue à celle qui nous a permis, à M. Minguin et à moi ([3]), de préparer de l'acide homocamphorique



éther qui, dans les conditions de l'expérience, est ensuite saponifié. L'acide allylhomocamphorique ainsi obtenu cristallise dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole en aiguilles ou en prismes quadrangulaires fondant à 159°-178°-(163°, Brühl). Il est toujours accompagné d'un acide visqueux dont il est très difficile de le séparer.

» Les essais de saponification ordinaire ayant échoué, nous avons tenté d'obtenir l'acide allylcamphocarbonique, ou tout au moins l'allylcamphre, en faisant agir de l'acide sulfurique sur l'éther.

» *Allylcamphre.* — En chauffant pendant 5 heures de l'allylcamphocarbonate de méthyle avec de l'acide sulfurique à 30 pour 100, à une température de 200°, la sapo-

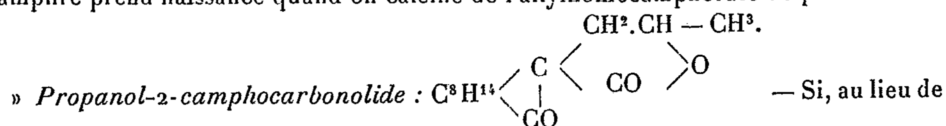
---

([1]) Brühl, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXXV, p. 3627.

([2]) Nous avions obtenu ce corps à Nancy dès 1899, mais n'avons pas publié les résultats de cette préparation, nous réservant de la compléter plus tard. M. Brühl l'a récemment préparé à son tour et c'est après une entente avec le savant professeur que nous en avons continué l'étude dans la voie où nous l'avions entreprise.

([3]) A. Haller et J. Minguin, *Comptes rendus*, t. CX, p. 400.

nification s'effectue en même temps qu'il y a dégagement d'acide carbonique. On obtient ainsi de l'*allylcamphre* bouillant à 130° sous 20mm, dont l'oxime bout à 165°-170° sous la même pression. Sa *semi-carbazone* fond à 180°. Ce même allylcamphre prend naissance quand on calcine de l'allylhomocamphorate de plomb.

» *Propanol-2-camphocarbonolide* : 

— Si, au lieu de traiter l'allylcamphocarbonate de méthyle par de l'acide étendu, on le soumet à l'action de l'acide sulfurique concentré, on obtient, après avoir versé le produit sur de la glace, une poudre blanche qui, purifiée par des cristallisations dans l'alcool, donne de très beaux cristaux fondant à 141°. Ce corps est une lactone; car, chauffé avec de la potasse alcoolique, elle fournit un *acide propanol-2-camphocarbonique*, qui cristallise au sein de l'alcool en petits cristaux, dont le point de fusion n'est pas net, le produit retournant à l'état de lactone.

» Nous reviendrons sur l'étude de tous ces produits. »

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — « Animal thermostat ». *Problèmes d'énergétique biologique, soulevés par une Note de lord Kelvin sur la régulation de la température des animaux à sang chaud. — La permanence des processus producteurs de la chaleur de combustion;* par M. **A. Chauveau.**

« Le journal anglais *Nature* a donné récemment (¹) une grande publicité à une Communication faite au dernier Congrès de l'Association britannique par notre illustre confrère lord Kelvin, Associé étranger, sur l'explication de la constance de la température du corps des Vertébrés à sang chaud : constance assez remarquable pour que le sujet chez lequel on le constate ait pu être assimilé à un véritable thermostat pourvu d'un excellent régulateur.

» Quelles sont les conditions du fonctionnement de cet « *animal thermostat* », comme l'appelle lord Kelvin d'une manière aussi expressive que pittoresque? A l'important problème contenu dans cette question notre confrère propose une solution simpliste. Je crois exprimer très exactement sa pensée en disant qu'il est tenté de ne voir que des phénomènes de thermochimie dans les actes de la régulation de la chaleur animale. Ainsi, la température du corps ne s'abaisse pas dans les milieux ambiants

(¹) *Nature*, 26 février 1903. *Animal thermostat*, by lord Kelvin. Read before Section A of the British Association. Belfast, 1902.

très froids, parce que la suractivité des combustions intraorganiques, essentiellement *exothermiques*, intervient alors automatiquement avec un parfait à-propos et une grande précision. De même, mais à l'inverse, le corps ne s'échauffe pas quand il est plongé dans un milieu dont la température est supérieure à la sienne, parce qu'au premier métabolisme chimique se substituent des processus réducteurs essentiellement *endothermiques*, se produisant spontanément avec la même opportunité.

» De la *régulation thermique ascendante* lord Kelvin n'a cure aucune. Tout le monde s'entend, en effet, sur son facteur essentiel, l'accroissement de la production de chaleur, et sur cet autre facteur, dont les travaux modernes ont démontré l'importance, l'amoindrissement de la déperdition calorique par diminution du rayonnement.

» C'est de la *régulation thermique descendante* que se préoccupe exclusivement notre confrère. Il en est resté aux faits qui avaient inspiré aux physiologistes anglais de la fin du dix-huitième siècle l'idée que l'animal possède *la faculté de produire du froid*. C'est au plus célèbre d'entre eux, Crawford, qu'il emprunte ses renseignements et ses arguments.

» Un premier fait frappe vivement lord Kelvin dans les résultats des expériences de Crawford. Chez les chiens placés dans un milieu (bain d'eau ou d'air) chauffé à une température un peu supérieure à celle du corps, *celle-ci, tout en s'élevant légèrement, resterait toujours inférieure à la température du milieu extérieur*. Et alors, lorsqu'on recueille du sang veineux chez l'animal, *au lieu de trouver ce sang de couleur foncée, on constaterait qu'il est presque aussi clair et rutilant que le sang artériel*. Crawford, inspiré par Wilson, son ami, en conclut qu'à une certaine température le fluide sanguin n'est plus capable de se combiner avec le phlogistique pour produire de la chaleur. Ce qui veut dire, en langage chimique exact, que l'oxygène du sang est devenu incapable de créer les processus de combustion qui transforment la matière vivante en acide carbonique et en eau.

» Lord Kelvin, dont je résume ainsi l'exposé, voit très bien que, si la suppression de ces processus de combustion rend compte d'un arrêt dans la production de la chaleur, elle n'explique pas la production du froid, que notre confrère ne doute pas avoir été mise en évidence dans les expériences de Crawford. Et, en effet, s'il est vrai qu'un animal, soustrait à l'action de toutes les causes physiques de refroidissement, résiste à l'action échauffante du milieu où il est plongé, il faut bien qu'il produise lui-même du froid par action chimique, par « *deoxydation* », c'est-à-dire intervention

de processus réducteurs *endothermiques*. S'il en est ainsi, que devrait-il advenir de la composition de l'air expiré chez les sujets, hommes ou animaux, « maintenus pendant un temps considérable dans un bain d'eau » chaude dont la température dépasserait la température normale du » corps? » D'après les prévisions de lord Kelvin, cet air ne devrait plus contenir d'acide carbonique. De plus, il s'y rencontrerait nécessairement un surplus d'oxygène « *more oxygen breathed out that taken in* ».

» L'expérience vaudrait la peine d'être tentée, d'après lord Kelvin, tant grande est sa confiance dans les deux ordres de faits qui la lui ont inspirée : 1° *la diminution ou même la suppression des processus de combustion intraorganique chez les animaux chauffés dont le sang veineux reste quasi aussi rouge que le sang artériel;* 2° *la résistance que manifestent ces animaux à se mettre en équilibre de température avec un milieu plus chaud que leurs corps.*

» Je vais examiner ces faits en me servant de documents personnels, et j'apporterai le plus grand soin à cet examen. Ils le méritent parce qu'ils se rattachent à des questions de haute philosophie scientifique.

A. — La couleur du sang veineux et les processus de combustion intraorganique dans les tissus qui ont été irrigués par ce sang, chez les animaux chauffés.

» *a. Couleur du sang veineux.* — Crawford la décrit comme se rapprochant beaucoup du sang artériel. Cl. Bernard ne parle pas même du fait signalé par Crawford. Mais il insiste beaucoup sur celui qu'il a constaté chez les sujets qui mouraient sous ses yeux après un court séjour dans l'étuve chauffante : le sang des veines et du cœur droit, très souvent aussi celui du cœur gauche et des artères, étaient de couleur très foncée, comme dans les cas d'asphyxie.

» Crawford et Cl. Bernard ont raison tous les deux. J'ai pu le constater jadis dans des expériences de contrôle exclusivement entreprises pour mon instruction personnelle. La couleur trouvée au sang veineux dépend du moment de l'observation, dont la durée n'est jamais bien longue, surtout lorsque les animaux respirent dans une atmosphère saturée d'humidité. Au début, on ne manque presque jamais de trouver le sang veineux plus ou moins vermeil. Aux approches de la mort, il devient généralement très noir. On va voir dans un instant l'explication de cette différence.

» *b. Gaz du sang veineux.* — La Science ne possède sur le dosage des gaz de ce sang veineux que les renseignements fournis par les analyses de Cl. Bernard. Il a trouvé que le sang extrait *post mortem* du cœur droit ou

des veines d'un sujet tué par la chaleur de l'étuve ne contient guère que de l'acide carbonique. La quantité d'oxygène fournie par ce sang est insignifiante. C'est, du reste, ce qui se rencontre à peu près généralement dans tous les cas de mort survenus dans n'importe quelle autre condition.

» Mais les résultats sont tout différents quand l'analyse porte sur du sang veineux rutilant recueilli pendant la vie. Ils n'en sont pas pour cela plus favorables à la thèse de Crawford et de lord Kelvin. J'ai à citer les résultats d'une expérience personnelle : une seule, mais elle est topique. Chez un chien qui subissait l'action d'un bain très chaud, j'ai pu puiser dans la jugulaire 25^{cm^3} d'un sang rouge clair dont j'ai extrait les quantités suivantes de gaz :

	Gaz total.	CO^2.	O^2.	Na.
	$15^{cm^3},1$	$10^{cm^3},5$	$4^{cm^3},6$	$0^{cm^3},5$
ou pour 100 :	$60^{cm^3},4$	42^{cm^3}	$18^{cm^3},4$	2^{cm^3}

» C'est une teneur en gaz que l'on rencontre souvent dans le sang artériel de chien. Malheureusement, je n'ai pu faire directement de comparaison avec la teneur de ce dernier sang. A l'époque déjà lointaine où j'ai fait cette expérience, je n'étais pas outillé comme je le suis maintenant pour l'étude des gaz du sang. Je ne pouvais faire qu'une extraction à la fois et, quand j'ai voulu me procurer le sang artériel, le sujet était déjà mourant et n'avait plus le sang rouge.

» Les résultats de mon analyse n'en démontrent pas moins que, *dans les conditions expérimentales de Crawford, le sang veineux ne s'appauvrit pas en acide carbonique et ne s'enrichit certainement pas en oxygène*. Mais la quantité de ce dernier gaz reste toutefois suffisante pour imprimer à la couleur du sang une rutilance presque comparable à celle du sang artériel.

» *c. Expérience de lord Kelvin. Composition de l'air expiré chez le chien chauffé à sang veineux rutilant.* — Je connais cette composition depuis fort longtemps, ayant eu l'occasion de déterminer, dans un but tout autre que l'étude de la présente question, les coefficients respiratoires de chiens fixés sur une gouttière et plongés dans un bain d'eau plus chaud qu'eux après adaptation à la trachée d'un appareil séparateur des courants d'air inspiré et expiré. Les sujets ne sont pas, il est vrai, restés dans ce bain « *a considerable time* » comme le demande lord Kelvin. Dans les conditions de mes expériences, en effet, l'échauffement et la mort des sujets survenaient avec une assez grande rapidité. Toutefois, on eut le temps, sur un certain

nombre d'entre eux, d'opérer avant l'apparition des premiers signes de l'action toxique de la chaleur. Or, j'affirme que, chez tous ces sujets, sans exception, les coefficients respiratoires ne furent pas sensiblement modifiés par le séjour dans le bain. L'air expiré, dans l'unité de temps, contenait à peu près les même quantités d'oxygène et d'acide carbonique *avant* et *pendant* l'immersion.

» *Donc, l'organisme des sujets placés dans un milieu plus chaud qu'eux ne devient pas le siège de phénomènes réducteurs endothermiques, capables de s'opposer à l'échauffement. La continuation des phénomènes de combustion de l'état normal, nécessairement exothermiques, se révèle dans cet organisme par la conservation des coefficients respiratoires de la période antérieure au séjour dans le milieu chauffé.*

» *On verra ailleurs que la continuation de ces processus de combustion se traduit également par l'échauffement.*

» *d. Cause et signification de la rutilance du sang veineux.* — Il vient d'être établi qu'elle ne saurait être interprétée ni comme un signe de substitution des processus endothermiques aux processus exothermiques, ni même comme l'indice d'une modération des actes de combustion respiratoire d'où procèdent ces derniers. *Cette rutilance signifie tout simplement que les voies capillaires de la circulation sanguine s'agrandissent et que le sang passe plus facilement des artères dans les veines, autrement dit que le débit sanguin ou l'irrigation sanguine s'accroît dans les tissus par l'effet de la vasodilatation que provoque l'action de la chaleur, particulièrement dans les régions superficielles.*

» *e. Indications données par l'explication de la rutilance du sang veineux sur la nature des processus du métabolisme énergétique qui interviennent dans les travaux physiologiques de l'organisme.* — Non seulement les phénomènes de combustion intraorganique peuvent être conservés dans les tissus d'où le sang veineux sort avec une couleur presque aussi rutilante que celle du sang artériel, mais l'activité de ces phénomènes de combustion s'y trouve même, le plus souvent sinon toujours, plus ou moins augmentée. Elle n'a pas, en effet, pour seule mesure, le pourcentage des échanges gazeux. *Sa valeur dépend aussi de la quantité de sang qui traverse les tissus pour y apporter la substance comburante, l'oxygène.* C'est pourquoi j'ai introduit, déjà depuis longtemps, le facteur *débit sanguin* dans la détermination de l'intensité des combustions intraorganiques, d'après la teneur du sang en oxygène et en acide carbonique. Ainsi, un organe est traversé, *dans un temps donné,* par 100^{cm^3} de sang qui arrive noir dans les

veines, après avoir perdu 9^{cm^3} d'oxygène et gagné $7^{cm^3},5$ d'acide carbonique. Ces nombres 9 et 7,5 expriment l'activité relative des combustions intérieures.

» Le même organe est ensuite traversé, *dans le même temps*, par 400^{cm^3} de sang qui arrive quasi rutilant dans les veines, après avoir perdu, par 100 parties, 3^{cm^3} seulement d'oxygène, en gagnant $2^{cm^3},5$ d'acide carbonique. Or, dans ce nouveau cas, l'activité des combustions intraorganiques est supérieure à celle du premier cas : elle vaut, en effet, $3 \times 4 = 12$ (au lieu de 9) ou $2,5 \times 4 = 10$ (au lieu de 7,5).

» Chose curieuse, la nécessité de tenir compte du facteur *débit du sang* avait échappé à Cl. Bernard, à qui nous devons tant sur le mécanisme des actions vaso-motrices. Il se trouve embarrassé quand il constate que le sang des glandes en activité arrive rouge dans les veines, après avoir perdu moins d'oxygène et gagné moins d'acide carbonique que le sang devenu noir en traversant ces organes au repos. Mais il n'en conclut pas moins, sans grande conviction du reste, que les combustions sont diminuées dans la glande en travail, et probablement remplacées par d'autres réactions capables de faire de la chaleur « des dédoublements, des fermen- » tations, etc. ».

» En méconnaissant la véritable signification de la couleur rutilante du sang veineux, Cl. Bernard s'est fait, en quelque sorte, le complice de l'erreur de Crawford, qui a induit lord Kelvin à entreprendre une recherche inutile.

» Mais sa croyance, absolument injustifiée, à la disparition partielle des processus de pure combustion dans des organes en activité a eu encore de plus fâcheuses conséquences, en détournant les physiologistes du vrai chemin qu'ils ont à suivre, celui qui leur avait été montré par Lavoisier, pour remonter à la source de l'énergie mise en jeu dans les actes de la vie des animaux.

» Il conviendra d'en reparler et de chercher dans quelle direction devrait être engagée l'étude des phénomènes chimiques qui sont étrangers à ceux de la pure combustion et qui peuvent coexister avec eux dans l'organisme animal, soit les phénomènes exothermiques issus de « dédoublements ou » de fermentations », soit les phénomènes endothermiques. *Mais, dès à présent, au point où le perfectionnement des méthodes et celui des appareils ont amené l'étude bio-physique de la thermogenèse animale, on peut affirmer qu'au point de vue thermogène, ces divers processus étrangers aux actions oxydantes fondamentales tendent à se neutraliser réciproquement. D'après la*

comparaison de la chaleur de combustion du potentiel consommé et de la chaleur produite par les sujets à l'intérieur du calorimètre et en conformité avec l'une des lois les plus importantes de Berthelot, il n'y a place, dans le bilan initial et final de l'énergie totale employée aux travaux intérieurs et extérieurs de l'organisme animal, que pour les processus de la combustion lavoisiérienne.

» Après avoir montré que, contrairement à l'opinion de Crawford, Cl. Bernard et lord Kelvin, la couleur rutilante du sang veineux n'indique pas un amoindrissement des phénomènes de combustion dans les organes que ce sang a traversés, il reste à examiner le deuxième point : savoir si la température des animaux chauffés, à sang veineux rouge vermeil, est jamais en harmonie avec l'intervention de processus endothermiques, se substituant aux processus exothermiques de combustion. »

M. **Edmond Perrier**, en offrant à l'Académie un travail qu'il vient de publier en collaboration avec M. Charles Gravier sur la *Tachygenèse* ou *Accélération embryogénique* [1], s'exprime comme il suit :

« Il est généralement admis que les caractères acquis par les êtres vivants pour des causes quelconques, après avoir été maintenus pendant un temps suffisamment long par l'action des causes, sont transmis aux descendants de ces êtres, en l'absence des causes primitivement déterminantes et simplement en vertu de la nature ou de l'agencement des substances constituant leurs éléments reproducteurs. Les caractères nouveaux sont dès lors réalisés, non plus par l'action des *causes historiques*, agissant sur des organismes adultes qui les ont déterminés, mais par l'action de *causes actuelles*, qui se déclanchent, pour ainsi dire successivement, à partir de l'œuf fécondé et qui leur ont été graduellement substituées. C'est dans cette substitution que consiste ce que l'on nomme l'*hérédité*. L'hérédité est dès lors envisagée comme essentiellement *conservatrice* des caractères acquis. Du travail que nous offrons aujourd'hui à l'Académie il résultera, nous l'espérons, la preuve que c'est là une façon tout à fait incomplète d'envisager l'hérédité, et que si elle maintient les formes organiques qui ont anciennement réalisé un état déterminé d'équilibre physiologique, elle est, en réalité, à la longue, une incessante *modificatrice*, non seulement des phénomènes embryogéniques, mais aussi des formes adultes dont ils amènent la réalisation. Cela résulte déjà implicitement de la formule géné-

[1] *Annales des Sciences naturelles*, 8e série, t. XVI.

ralement acceptée qui représente le développement embryogénique individuel des organismes, comme une répétition *rapide* de leur généalogie, ce qu'on exprime en disant que *l'ontogénie d'un organisme n'est que sa généalogie abrégée*. Comme les phénomènes ontogénésiques essentiels se déroulent en quelques semaines pour la presque totalité des organismes, il est évident que cette abréviation a été un phénomène constant, général, continu, résultant d'une accélération incessante des processus de l'évolution; c'est cette accélération que nous avons appelée *accélération embryogénique* ou, d'un seul mot, *tachygenèse*.

» Jusqu'ici, on n'a utilisé cette notion de la différence de rapidité des phénomènes embryogéniques que pour classer les ontogénies en deux catégories opposées, diversement délimitées d'ailleurs, suivant les auteurs (*palingénies* et *cœnogénies* de Hæckel, *embryogénies condensées* et *embryogénies dilatées* de Giard). Mais une cause continue doit donner naissance à une série continue de phénomènes qui s'enchaînent, avec des relations de cause à effet, à une *théorie explicative* de ces phénomènes et non à une classification en catégories opposées. C'est cette *théorie explicative* que nous nous sommes proposé d'esquisser, en même temps que nous avons cherché à en dégager les plus importantes conséquences.

» De la comparaison des ontogénies des organismes appartenant à une même lignée généalogique, il résulte déjà cette proposition que, parmi les ontogénies, il en est qui sont caractérisées par ce fait que l'embryon éclôt sous une forme très simple, demeure libre et actif durant toute son évolution et doit pourvoir lui-même à sa subsistance; on peut désigner ces ontogénies sous le nom d'*ontogénies cinotrophiques;* elles conduisent graduellement aux *ontogénies ootrophiques* où l'animal acquiert sous les enveloppes de l'œuf, sinon sa forme définitive, au moins toutes les parties constitutives de son corps.

» Il est évident que c'est parmi les ontogénies cinotrophiques seulement qu'on peut espérer trouver celles où la généalogie est sensiblement reproduite, ce qu'indique la ressemblance que présentent successivement les embryons libres avec les formes adultes inférieures de la série dont leur espèce fait elle-même partie. Ces *ontogénies patrogéniques,* ou *embryogénies normales,* ont une importance capitale ; c'est à elles qu'il faut comparer toutes les autres pour déterminer le degré de déformation que la tachygenèse leur a fait subir et pour établir les lois de ces déformations qui sont les lois mêmes de l'embryogénie. Ce premier ordre de considérations conduit à préciser nettement la méthode qui doit guider les embryo-

génistes dans leurs recherches d'abord, puis dans la coordination des faits; à déterminer, en un mot, ce que doit être la *méthode scientifique* en embryogénie.

» En suivant rigoureusement cette méthode, on arrive d'abord à cette conclusion que la tachygenèse n'a pas seulement modifié les processus embryogéniques; sacrifiant à la production rapide d'organes importants, la formation des organes voisins, elle a déterminé à elle seule la constitution de types des plus importants dans les deux règnes. Dans le règne végétal, c'est elle qui a tiré des Cryptogames vasculaires à prothalle libre bisexué, les Cryptogames à prothalle inclus et unisexué; de celles-ci les Gymnospermes; des Gymnospermes les Angiospermes, et qui a réduit quelques-unes de celles-ci à l'état d'*inséminées;* c'est elle aussi qui a diminué et fixé le nombre des organes floraux, tiré pour une part les fleurs gamopétales, des dialypétales et réduit la fleur des Graminées, qui a permis la formation des plantes annuelles, qui a créé la différence de structure primaire de la tige et de la racine des Dicotylédones, etc.

» Dans le règne animal, elle a tiré des Polypes hydraires, les Trachyméduses, les Acalèphes, les Siphonophores, les Coralliaires, et créé aux dépens de ceux-ci les Alcyonnaires; elle a transformé les Ascidies simples en Ascidies composées, est intervenue de toutes façons dans la formation des colonies de ces dernières dont elle a finalement dérivé les Tuniciers pélagiques; elle a pour une large part déterminé la disparition de la segmentation chez les Vers et transformé les Vers annelés en animaux dépourvus de segmentation du corps tels que les Géphyriens, les Vers plats, les Mollusques; elle a même été la cause initiale de la formation du type Vertébré.

» Son intervention s'est encore fait sentir à un haut degré dans la création de modes évolutifs nouveaux tels que la plupart des métamorphoses, la génération dite *alternante* des Trématodes, etc.; elle a également modifié l'évolution et la forme de nombre d'organes internes (appareil néphridien, corde dorsale, diverses parties du squelette, etc.) ou d'éléments anatomiques, si bien que, fait capital, elle semble avoir suffi à créer aux dépens d'éléments producteurs asexués, d'abord des œufs à des degrés divers parthénogénétiques, puis les spermatozoïdes; elle aurait donc créé les sexes, et l'histoire des Cirripèdes, des Nématodes libres, des Invertébrés d'eau douce, des Ascidies montré que, les sexes une fois créés, elle a suffi dans certaines conditions à rendre les femelles hermaphrodites et à éliminer graduellement le sexe mâle (mâles complémentaires des Cirripèdes,

mâles inertes des Nématodes libres, mâles rares de nombreux Insectes).

» Une de ses conséquences les plus importantes a été l'établissement d'une discordance frappante entre les causes qui ont créé certaines formes organiques et les conditions dans lesquelles ces formes ancestrales sont reproduites par l'embryogénie ou même les conditions dans lesquelles vivent actuellement les formes ainsi réalisées. Ainsi les larves des Mollusques Gastéropodes, celles d'Échinodermes, celles de l'*Amphioxus* d'abord symétriques se développent dissymétriquement, sans aucune raison apparente, dans un milieu cependant symétrique; de même toute l'organisation des Salpes, parfaitement intelligible si l'on suppose que ces animaux ont été primitivement fixés comme les Ascidies devient tout à fait énigmatique, si l'on suppose que l'animal a toujours été pélagique. En tenant compte de la tachygenèse, il devient possible de raccorder les formes embryonnaires patrogéniques aux conditions qui leur ont donné naissance et de tirer parti de l'embryogénie pour reconstituer les conditions au milieu desquelles les formes actuelles ont évolué. Il devient évident, par exemple, que les ancêtres des Échinodermes et des Vertébrés ont vécu à un certain moment couchés sur le côté comme les Huîtres et les Soles, que les Mollusques ont été successivement rampants, puis nageurs le dos en bas et de nouveau rampants, comme nous l'avons expliqué dans une Note précédente ([1]). Les objections que l'on peut tirer contre les causes de la torsion des Gastéropodes de l'époque tardive d'apparition de leurs branchies sont totalement levées par le fait des *hétérochronies* (Giard) qu'entraîne l'inégale tachygenèse des organes, tachygenèse qui amène à se confondre dans un même mouvement, chez les Gastéropodes monotocardes, les deux mouvements d'enroulement en avant et de torsion latérale de la base de la hernie dorsale qui sont successifs chez les Gastéropodes inférieurs.

» Ces exemples suffisent pour établir l'importance et le degré de généralité du travail que nous présentons à l'Académie et dont toute la documentation si précieuse et si précise est l'œuvre personnelle de M. Gravier, dont la collaboration à l'œuvre commune a été d'ailleurs constante et étroite. »

([1]) *Comptes rendus*, 23 mars 1903.

M. **Ray Lankester** communique à l'Académie deux dessins du crâne d'un Mammifère gigantesque qu'on vient de découvrir dans les sables de l'Éocène supérieur du Fayum (Égypte).

« Il y a deux ans que les officiers du Service de la Carte géologique de l'Égypte ont trouvé, dans le Fayum, des quantités considérables de Vertébrés fossiles, appartenant à l'Éocène supérieur et au Miocène inférieur. Parmi ces fossiles, M. le Dr Andrews, du British Museum, qui fait actuellement des fouilles au Fayum pour la troisième saison, a pu indiquer les ancêtres des Mastodontes et des Éléphants dans les genres remarquables auxquels il a donné les noms de *Palœmastodon* et *Meritherium*. Il a aussi décrit, de la même provenance, des Siréniens, des Hyracoïdes et un Serpent d'une grandeur plus que double de celle des plus grands Pythons d'aujourd'hui.

» L'animal sur lequel M. Ray Lankester appelle l'attention de l'Académie a été découvert par M. Beadnell, du Service de la Carte géologique de l'Égypte, qui a publié au Caire des photographies des spécimens trouvés; il propose pour cet animal le nom d'*Arsinöitherium,* nom qui rappelle la reine Arsinöe qui avait son palais près des terrains, à présent déserts, où l'on a découvert les restes de ces Mammifères intéressants. Les pièces que l'on connaît de l'*Arsinöitherium* sont : deux crânes et une mâchoire inférieure, appartenant au British Museum; un crâne complet, deux autres moins complets, et des os des membres et de la colonne vertébrale, qui sont déposés dans le Musée du Caire. La tête avait à peu près 1^m de longueur.

» Sur la région nasale, se trouve une double corne osseuse, d'une grandeur énorme. Plus près des orbites, se trouve encore une paire de cornes plus petites. A première vue, le crâne complet rappelle celui d'un Rhinocéros. Mais c'est une ressemblance tout à fait superficielle, puisque ces cornes sont de solides masses osseuses, et les dents n'ont point de similitude avec celles des Rhinocérotides. L'os supra-occipital est presque horizontal, comme chez les Éléphants. Les dents sont d'un type très simple, comme chez les Dinothères. Les grands os des membres antérieurs et postérieurs ont des caractères qui n'ont été trouvés nulle part que chez les Éléphants. M. Ray Lankester est disposé à envisager l'*Arsinöitherium* comme dérivant de la souche primitive des Éléphants : ce serait un Éléphant qui n'avait pas de proboscis ni de défenses dentaires, mais qui a été moulé (pour ainsi dire) dans la forme Rhinocérotide. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Reboul*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. de Forcrand	obtient	34	suffrages
M. Guntz	»	11	»
M. Van t'Hoff	»	2	»
M. Barbier	»	1	»

M. **de Forcrand**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

M. le général **Bassot** présente à l'Académie le deuxième fascicule du Tome XII du *Mémorial du Dépôt général de la Guerre*, qu'il vient de publier :

« Le Tome XII est consacré à l'œuvre de la nouvelle méridienne de France. Le premier fascicule comprenait le résumé des observations géodésiques faites sur le réseau, entre les Pyrénées et Paris. Le deuxième renferme les mêmes observations, exécutées sur la chaîne établie entre Paris et Dunkerque, ainsi que sur les triangulations de rattachement des bases de Cassel et Perpignan; il comprend, en outre, la compensation de toutes les figures polygonales existant dans l'ensemble du réseau de cette méridienne. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une éruption du volcan de Saint-Vincent.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Avant de quitter les Antilles, j'ai fait une rapide visite à Saint-Vincent, afin de comparer les résultats des dernières éruptions avec ceux des éruptions de la montagne Pelée.

» Nous avons été favorisés, pour l'ascension de la Soufrière, par un temps

exceptionnellement clair, et avons, des bords mêmes du cratère, assisté à une série d'éruptions d'un type qui ne semble pas avoir été décrit jusqu'à présent dans ce volcan. Cette ascension a été faite avec MM. Deville, Hovey et Huckerby.

» Nous avons gravi la montagne en traversant tout d'abord la basse vallée de Trespé, en partie comblée par les cendres de l'éruption actuelle, déjà profondément ravinées par les érosions. Nous avons suivi ensuite une crête de ponces anciennes, qui conduit jusqu'aux bords du vieux cratère qui est en activité depuis le mois de mai. Celui-ci est l'un des plus imposants que l'on puisse voir.

» Situé au sommet de la montagne, il est très régulier et de fort grande dimension. Il est à peu près circulaire, son diamètre, mesuré sur la carte, est d'environ 1670^{m} de l'est à l'ouest, et de 1480^{m} du nord au sud. Ses bords sont irréguliers et dentelés comme ceux du cratère de la montagne Pelée. La partie la plus élevée que nous avons atteinte se trouve à environ 1060^{m} d'altitude (côté nord-est); nous l'avons abordé à l'altitude d'environ 860^{m} (sud-ouest); une échancrure se trouve à l'ouest, s'ouvrant sur la vallée de Laurakay, elle peut être comparée à l'ancienne échancrure du cratère de la montagne Pelée, mais elle se trouve à plusieurs centaines de mètres au-dessus du fond du cratère et n'a pas eu d'influence directrice lors des éruptions.

» Sur la crête nord-est du cratère, et limitée par le point le plus élevé, se trouve une autre échancrure de 50^{m} de profondeur, qui le fait communiquer avec le cratère de l'éruption de 1812, dont l'altitude est, par suite, voisine d'un millier de mètres. Ce cratère n'a joué aucun rôle dans l'éruption actuelle et ne renferme que quelques fumerolles sulfhydriques. D'après les indications que nous a fournies notre guide, M. Huckerby, cette échancrure s'est produite par effondrement d'un mur séparant les deux cratères, effondrement qui a eu lieu lors de l'éruption du 16 octobre dernier.

» Le cratère actuel est très profond ; il n'a pas moins de 750^{m} environ, comptés à partir de son point le plus élevé, ses parois sont verticales, surtout au nord et au nord-est; elles sont constituées par des alternances, maintes fois répétées de tufs et de coulées de laves, avec quelques filons minces verticaux, ne montant pas jusqu'à la crête; elles rappellent d'une façon frappante les falaises de Phira à Santorin.

» Le fond du cratère est occupé par un petit lac, séparé des parois verticales par un talus d'éboulis et de cendres, particulièrement large sur ses

bords nord, nord-est et est. Ce lac occupe donc la place de celui qui existait avant l'éruption, mais il se trouve à un niveau bien inférieur.

» Les bords du cratère sont assez irréguliers de forme, leur pente vers l'extérieur est parfois assez raide pour en rendre le passage dangereux; sur les côtés sud-ouest et sud le sol est recouvert d'une couche épaisse de cendres boueuses; les côtés est, nord-est et nord, au contraire, sont formés par des lapillis grossiers.

» De toutes parts abondent des bombes noires, très différentes d'aspect de celles de la montagne Pelée; elles sont scoriacées, tourmentées plutôt que fendillées, et elles paraissent dans bien des cas s'être un peu aplaties en tombant sur le sol. Celui-ci présente de nombreux trous profonds, creusés par la chute de gros blocs projetés (surtout fragments de roches volcaniques anciennes qui sont parfois restés sur place).

» Au moment de notre arrivée sur les bords du cratère, les eaux du lac intérieur étaient tranquilles; elles présentaient l'aspect d'une boue jaunâtre d'où s'élevaient des vapeurs diffuses. De temps en temps, du milieu de la nappe, surgissaient quelques bouillonnements, accompagnés de bouffées de vapeurs montant verticalement. La sortie de celles-ci déterminait dans la masse liquide des ondes concentriques, se mouvant avec une extrême lenteur et démontrant la viscosité de cette boue. Celle-ci, à la moindre agitation, prenait une teinte grise, faisant voir que la coloration jaune n'est que superficielle et due à une oxydation.

» Nous étions occupés à examiner les détails de ce magnifique cratère, sur les bords duquel se produisent constamment des avalanches de gros blocs qui se détachent de ses flancs avec grand fracas, lorsque soudain nous avons vu s'élever du milieu du lac une masse énorme de boue, d'un noir d'encre, montant par jets successifs jusqu'aux bords du cratère d'abord, et bientôt à plusieurs centaines de mètres au-dessus de nous; ces jets de boue formaient comme des gerbes de fusées montant verticalement ou obliquement, mais avec une trajectoire extrêmement courte. Elles étaient mélangées de bouffées de vapeurs blanches qui bientôt nous ont masqué les jets boueux pour former une énorme colonne de fumée. La masse de boue est retombée ensuite lourdement sur place en faisant un bruit assourdissant. Du fond du cratère s'éleva alors une nouvelle colonne de vapeurs plus large que la précédente; ses volutes se pressaient contre toutes les parois du cratère. Nous n'avons pu apprécier la hauteur à laquelle sont montées ces colonnes de vapeurs, mais elle a dû être fort

grande, car le soir, en redescendant à Châteaubelair, nous avons appris qu'elles avaient été vues de Sainte-Lucie et qu'on avait câblé de Castries situé à 45 milles de là, pour demander des nouvelles de l'éruption.

» Nous n'avions reçu aucune éclaboussure directe, mais presque immédiatement la colonne de vapeur s'est condensée brusquement et, bien que le soleil brillât, nous avons reçu une averse de boue noire et froide, qui, en quelques secondes, nous a complètement imprégnés.

» Pendant les 4 heures environ que nous avons consacrées à faire le tour du cratère et à en étudier les alentours, nous avons assisté à plusieurs poussées du même genre, dont trois seulement ont dépassé en hauteur les bords du cratère. Nous en avions vu déjà une analogue, le matin, lorsque, encore en mer, nous nous disposions à débarquer pour faire l'ascension.

» Dans l'intervalle de ces explosions, le lac était parfaitement tranquille. Il ne paraît pas douteux que ces éruptions soient dues à de violents dégagements gazeux, soulevant la boue formée par le délayage, par les eaux d'origine atmosphérique, des cendres retombées dans le cratère. Il est probable que, lors des grandes éruptions, la totalité de cette boue est expulsée au dehors et qu'ensuite se produisent les sorties de cendres et de bombes.

» La quantité de cendres rejetées par les éruptions du 7 mai, et par celles moins importantes du 3 septembre et du 16 octobre a été considérable; dans les vallées de Wallibu, de Trespé, du Roseau, sur la côte ouest, dans celles de Rabaka Drye River, sur la côte est, cette cendre accumulée par le vent a atteint une épaisseur qui n'est pas moindre de 20^m dans les premières et de 60^m dans la seconde.

» Les éruptions auxquelles nous avons assisté ont un grand intérêt pour l'explication de ce qui a dû se produire à la montagne Pelée lors de l'éruption du 5 mai; on sait d'après les récits de quelques ascensionnistes qui ont visité l'Étang Sec quelques jours avant l'éruption, que celui-ci s'était rempli d'eau et que de l'eau boueuse, riche en cendres, s'écoulait d'un petit cône situé sur son bord oriental. Il est probable qu'il s'est produit le 5 mai une série de projections du même genre que celles que nous avons vues à Saint-Vincent, mais plus violentes, elles ont projeté au dehors l'eau accumulée, ont démoli le frêle barrage situé en bas de l'échancrure sud-ouest de ce qui devait devenir le cratère, et produit ainsi les torrents boueux qui ont détruit l'usine Guérin. Cette hypothèse explique facilement la succession

des torrents boueux constatés alors et cette observation d'un témoin de la catastrophe qui a fait remarquer que ceux-ci n'ont pas toujours suivi exactement le lit de la Rivière Blanche. »

ARITHMÉTIQUE. — *Sur un calculateur mécanique appelé* Arithmographe. Note de M. **Troncet**, présentée par M. Laussedat.

« A la suite de mes premières études sur les instruments de calcul, j'ai fabriqué un petit calculateur appelé *Arithmographe*. Des recherches ultérieures m'ont amené à construire un nouveau calculateur plus complet que le précédent.

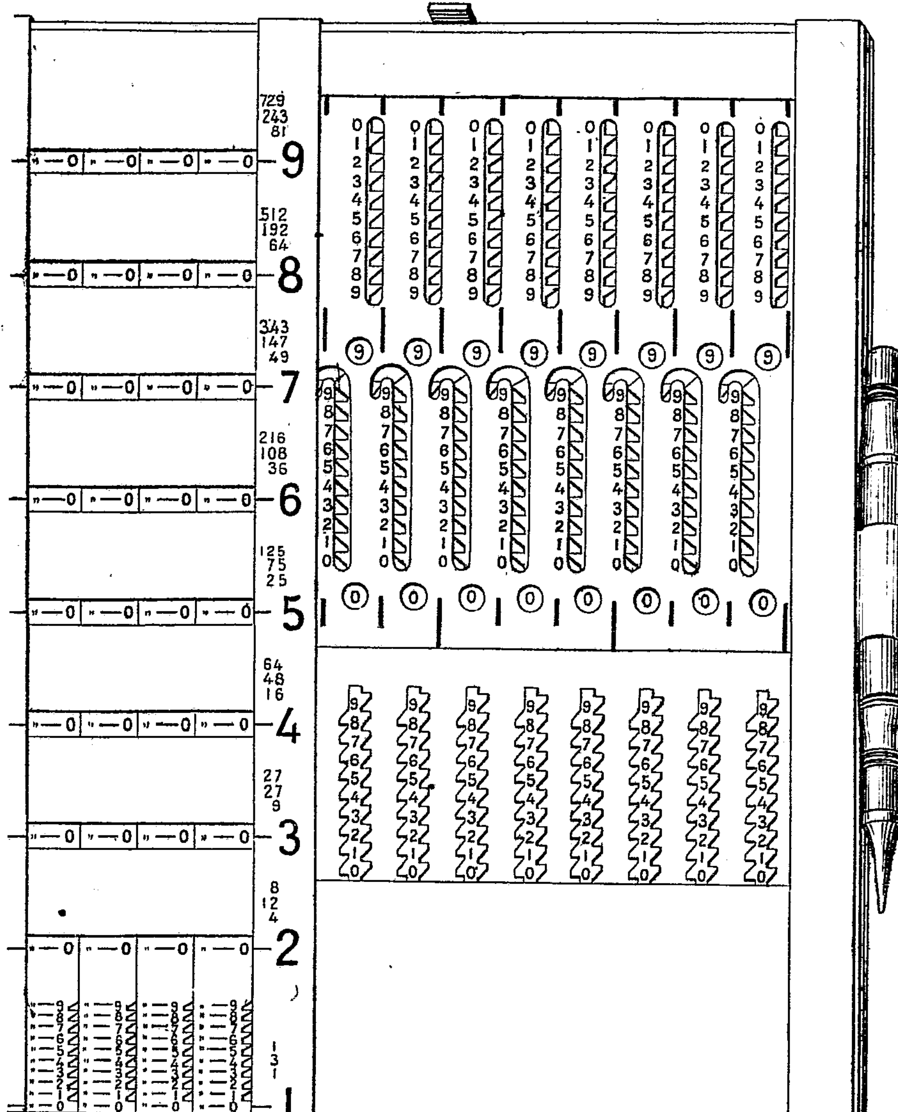
» Ce nouvel Arithmographe, destiné à effectuer mécaniquement toutes les opérations arithmétiques, se compose de deux parties essentielles : un additionneur et un multiplicateur. Sur l'un et l'autre, les calculs sont effectués au moyen de lames de métal appelées *réglettes,* dentées sur leur bord comme des crémaillères, et qu'on fait glisser avec la pointe d'un style.

» L'additionneur est en même temps soustracteur et à cet effet ses réglettes portent deux fois, disposés en sens inverse, les chiffres de la numération décimale. Les dix premières dents, en bas de chaque réglette, sont taillées pour recevoir une poussée vers le bas : elles sont descendantes; les autres, taillées en sens inverse, sont des dents remontantes. Chaque ouverture en forme de crosse, pratiquée dans la feuille qui recouvre les réglettes, laisse à découvert dix dents d'une réglette à droite des chiffres imprimés sur le bord, et une dent de la réglette suivante à gauche.

» Inscrire un chiffre sur l'appareil consiste à placer la pointe du style à droite de ce chiffre dans le creux de la denture qui se présente et à glisser jusqu'à l'arrêt formé par l'extrémité de l'ouverture. Par ce moyen, tout nombre inscrit dans une crosse s'ajoute à celui du bas et se retranche de celui du haut. Si, par exemple, en inscrivant le nombre 3, nous rencontrons une dent descendante, le mouvement vers le bas fera avancer de trois divisions la réglette, et celle-ci marquera 3 unités de plus en bas et 3 unités de moins en haut; si nous rencontrons une dent remontante, le mouvement vers le haut remontera d'abord la réglette des unités de 7 divisions, puis il fera descendre celle des dizaines d'une division : il ajoutera donc en bas $10 - 7 = 3$ et il retranchera en haut $10 - 7 = 3$. L'organe du report des retenues, si important mais si délicat dans la plupart des machines à calculer, n'existe pas dans l'Arithmographe; on voit que, lorsqu'une retenue se présente, elle est reportée par le mouvement même qui inscrit le chiffre qui la fait naître.

» Le multiplicateur, qui est aussi un diviseur, porte sur ses réglettes des chiffres qui donnent les multiples du nombre inscrit par 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9. Dans les opérations simples on peut lire directement sur le multiplicateur le produit ou le quotient. Si les opérations comportent 2, 3, 4, ..., chiffres au second facteur ou au quotient, on reporte 2, 3, 4, ..., nombres du multiplicateur sur l'additionneur pour obtenir les chiffres du produit total ou ceux du quotient.

» Les nombres s'inscrivent sur l'additionneur et sur le multiplicateur, suivant la nature des opérations, dans quatre parties différentes de l'Arithmographe : on inscrit au centre de l'additionneur, dans les ouvertures en forme de crosse, les nombres qu'on veut ajouter ou retrancher; en haut, les grands nombres et les dividendes; à gauche,



en bas sur le multiplicateur, les premiers facteurs et les diviseurs; à droite en bas sur l'additionneur, les seconds facteurs et les quotients.

» Pour les opérations sur les nombres décimaux et le système métrique décimal, une règle mobile marque les déplacements de la virgule et sépare les nombres en

tranches de trois chiffres. Pour les extractions de racines, on voit sur le multiplicateur, au-dessus des nombres d'un chiffre imprimés en gros caractères, le carré, le triple carré et le cube de chacun d'eux.

» L'effaceur, en forme de râteau, remet instantanément en place les réglettes de l'additionneur et celles du multiplicateur, lorsqu'on veut passer à une opération nouvelle.

» Ainsi les applications de l'Arithmographe s'étendent partout où l'on calcule. En effet, chacun peut effectuer sûrement toutes les opérations arithmétiques, puisque tout le travail cérébral du calculateur qui consiste à combiner des nombres se trouve supprimé et qu'il lui suffit d'inscrire des chiffres pour obtenir des résultats rigoureusement exacts. »

THERMODYNAMIQUE. — *De la température absolue déduite du thermomètre normal.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« En désignant par t la température indiquée par le thermomètre normal à hydrogène, et posant $\alpha = \frac{p_{100} - p_0}{100 p_0}$, on prend habituellement pour la valeur de la température absolue $T = \frac{1}{\alpha} + t$. Les considérations suivantes montrent quel est le signe de l'erreur ainsi commise et permettent de la corriger :

» Désignons par K le rapport $\frac{dU_T}{p\,dv}$ de l'accroissement d'énergie dU_T qu'éprouve, en se détendant à température constante, une masse d'un gaz au travail $p\,dv$ qu'elle effectue : K caractérise l'écart de la loi de Joule. En désignant par l la chaleur latente de dilatation, on a, d'une part, $Jl = (1 + K)p$, et d'autre part $Jl = T\left(\frac{dp}{dT}\right)_v$; d'où

$$(1) \qquad 1 + K = \frac{T}{p}\left(\frac{dp}{dT}\right)_v,$$

on en déduit, pour une transformation à volume constant, comme celle du gaz dans le thermomètre normal,

$$(2) \qquad \frac{dp}{p} = (1 + K)\frac{dT}{T}, \qquad \text{d'où} \qquad \log\frac{p}{p_0} = \int_{T_0} (1 + K)\frac{dT}{T}.$$

Mais, d'après la définition de t, on a $p = p_0(1 + \alpha t)$; d'où, pour déter-

miner T,

$$(3)\qquad \log(1+\alpha t)=\int_{T_0}^{T}(1+K)\frac{dT}{T}\qquad \text{avec}\qquad T_{100}-T_0=100.$$

» *Première approximation.* — Habituellement, on fait d'une façon implicite $K=0$; on a alors

$$T=\frac{1}{\alpha}+t.$$

» *Deuxième approximation.* — Pour l'hydrogène, comme pour les autres gaz, K est positif; cela résulte des expériences de Joule et Thomson, et, mieux encore, des valeurs de K déduites de l'équation caractéristique de l'hydrogène. Considérons d'abord K comme une constante, en lui attribuant une valeur moyenne; la relation (3) donne alors

$$(4)\qquad \frac{T}{T_0}=(1+\alpha t)^{\frac{1}{1+K}};\qquad \text{d'où}\qquad \frac{T}{T_0}=1+\frac{\alpha}{1+K}t,$$

avec une approximation très grande. Comme cette dernière relation ne diffère de celle qu'on obtient en considérant K comme nul que par le remplacement de α par $\frac{\alpha}{1+K}$, on en déduit immédiatement

$$(5)\qquad T=\frac{1+K}{\alpha}+t,$$

K étant positif, *la valeur de* T *est supérieure à la valeur admise.*

» La relation (5) est exacte quel que soit le gaz introduit dans le thermomètre à volume constant. En l'appliquant pour la température de la vapeur d'eau bouillante, on a $T_{100}=\frac{1+K}{\alpha}+100$, ce qui montre que $\frac{1+K}{\alpha}$ *est une même constante pour tous les gaz.* Par conséquent, *les gaz pour lesquels* K *est le plus grand* (qui s'écartent le plus de la loi de Joule) *sont aussi ceux pour lesquels* α *est le plus grand.*

» *Troisième approximation.* — Il est encore plus exact de chercher une fonction de T qui représente K, ne fût-ce que d'une façon approchée, avant d'effectuer l'intégration de (3). En s'appuyant sur la relation (1), l'équation caractéristique de l'hydrogène permet de trouver cette fonction [1].

---

[1] En opérant ainsi, on obtient les relations (2) ou (3) sous une forme qu'on peut déduire immédiatement de l'équation caractéristique sans le secours des principes de la Thermodynamique. Mais le raisonnement ci-dessus, fondé sur ces principes, fait

» Par exemple, si nous nous servons, soit de la formule de Van der Waals, soit de la formule de M. Amagat (*Journ. de Physique*, 3e série, t. III, p. 307), l'équation caractéristique peut s'écrire $(p+\varpi)(v-a)=\mathrm{RT}$, où ϖ ne dépend pas de T. On en déduit, d'après (1),

$$\text{(6)} \qquad \mathrm{K}=\frac{\varpi}{p}=\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{T}},$$

la constante A ayant pour valeur $\mathrm{A}=\frac{\varpi(v-a)}{\mathrm{R}}$, en négligeant les quantités petites du second ordre. Avec cette valeur de K, il vient, d'après (3),

$$\text{(7)} \quad \operatorname{Log}(1+\alpha t)=\operatorname{Log}\left(\frac{\mathrm{T}}{\mathrm{T}_0}\right)+\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{T}_0}-\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{T}}; \qquad \text{d'où} \qquad \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{T}_0}=1+\frac{\alpha}{1+\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{T}_0}}t,$$

par une approximation tout à fait légitime. Comme ci-dessus, on déduit immédiatement de cette relation

$$\text{(8)} \qquad \mathrm{T}=\frac{1+\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{T}_0}}{\alpha}+t=\frac{1}{\alpha}+\mathrm{A}+t.$$

» En employant la formule de Van der Waals et en déterminant ses constantes d'après les expériences de Regnault sur la compressibilité de l'hydrogène, j'ai obtenu A = 0,11 (1). On a donc

$$\text{(9)} \qquad \mathrm{T}=\frac{1}{\alpha}+0^\circ{,}11+t.$$

» Comme il serait téméraire de répondre du centième de degré, on voit que *la correction revient à ajouter un dixième de degré au nombre fourni pour la température absolue par la formule usuelle.* »

---

voir que le résultat ainsi obtenu est beaucoup plus exact que ne pourrait le faire croire l'équation caractéristique employée, celle-ci ne servant, au fond, qu'au calcul d'un petit terme correctif.

(1) Quoique faite pour des pressions très élevées et ne convenant pas au calcul actuel, la formule de M. Amagat donne le nombre peu différent A = 0,137.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action de l'hydrogène sur les sulfures d'arsenic en présence d'antimoine et sur le trisulfure d'antimoine en présence d'arsenic.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. H. Moissan.

« Quand on ajoute à une même masse de réalgar ou d'orpiment des poids variables d'antimoine, on obtient des mélanges qui, chauffés dans une atmosphère d'hydrogène, donnent de l'hydrogène sulfuré.

» *La réaction effectuée en tube scellé est limitée et, pour une même valeur de la température, la proportion de gaz sulfhydrique dans le mélange diminue quand la masse d'antimoine croît.*

» Si l'on désigne par R le rapport de la pression partielle de l'hydrogène sulfuré à la pression totale du mélange gazeux, on a les nombres suivants obtenus en prenant toujours le même poids $0^{gr},5$ de réalgar et en maintenant les tubes à la même température, 620° :

Poids d'antimoine.	Valeur de R.	Poids d'antimoine.	Valeur de R.
gr		gr	
0,10	0,834	0,56	0,660
0,20	0,787	0,80	0,643
0,30	0,743	1,00	0,641
0,40	0,681	2,00	0,617
0,50	0,672	3,00	0,615

» Le rapport R diminue d'abord assez rapidement quand la masse d'antimoine augmente; quand celle-ci dépasse celle du réalgar employé R diminue plus lentement.

» Quand le poids d'antimoine ajouté dépasse $0^{g},4$, le solide qui reste dans les tubes après refroidissement est formé de deux parties *a* et *b* bien distinctes qui sous le choc se séparent aisément.

» A la température des expériences, ce solide fondu formait donc deux couches superposées.

» La couche supérieure, dont le poids est toujours peu différent de $0^{g},525$, ne renferme que du sulfure d'antimoine avec une trace d'antimoine libre.

» La couche inférieure *b*, solidifiée, présente une cassure plane brillante, à éclat métallique; chauffée fortement à l'une des extrémités d'un tube dans lequel on a fait le vide, elle laisse dégager des vapeurs d'arsenic qui vont former un anneau noir dans les portions moins chaudes du tube. Ce corps *b* est un alliage d'antimoine et d'arsenic avec une trace de sulfure d'antimoine.

» D'après cela, à la température des expériences, il y a déplacement total de l'arsenic par l'antimoine. Ce qui vient à l'appui de cette conclusion c'est que le poids du corps *b* diffère très peu de la somme des poids de l'arsenic mis en liberté et de l'antimoine en excès.

» C'est à partir du poids 0g,375 d'antimoine que la valeur du rapport R diminue plus lentement quand la masse d'antimoine augmente. Ce poids 0g,375 est celui qui correspond au déplacement total de l'arsenic du réalgar employé (soit 0g,5).

» Dans d'autres expériences, nous avons remplacé le réalgar par un mélange de soufre et d'arsenic répondant à la constitution AsS^2. En prenant 0g,5 de ce mélange et des poids variables d'antimoine, nous avons obtenu à la même température, 620°, les nombres suivants :

Poids de Sb.	Valeur de R.	Poids de Sb.	Valeur de R.
0,20	0,940	0,80	0,652
0,30	0,884	1,00	0,646
0,40	0,793	2,00	0,612
0,50	0,755	3,00	0,619

» Comme dans le réalgar, R diminue d'abord très rapidement quand le poids d'antimoine augmente, puis il décroît plus lentement dès que ce poids dépasse 0g,575. Cette masse est celle qui est nécessaire au déplacement total de l'arsenic. Pour des poids très grands d'antimoine, le rapport considéré prend la même valeur que lorsqu'on part du réalgar.

» Des études que nous avons faites il résulte donc :

» 1° *Que l'antimoine déplace complètement l'arsenic de ses sulfures si les deux corps sont liquides.*

» 2° *Que le gaz hydrogène, chauffé en présence du sulfure d'antimoine et d'un mélange d'arsenic et d'antimoine, forme de l'hydrogène sulfuré, dont la proportion croît avec celle de l'arsenic dans le mélange précédent.*

» 3° *L'arsenic a pour effet d'accroître notablement la valeur du rapport* R, *étant donné qu'à* 625° *nous avons trouvé* (¹) *avec du sulfure d'antimoine pur et de l'antimoine en excès le nombre constant* 0,568.

» Qu'arrivera-t-il si de l'hydrogène réagit sur du sulfure d'antimoine additionné d'arsenic?

» En employant 0g,5 de sulfure d'antimoine, nous avons trouvé, à 630°, les nombres indiqués dans le Tableau suivant, qui montrent bien que *la présence de l'arsenic accroît, mais faiblement, la proportion de l'hydrogène sulfuré dans le mélange gazeux.*

Poids d'arsenic.	Valeur de R.	Poids d'arsenic.	Valeur de R.
0,00	0,711	1,00	0,723
0,50	0,713	3,00	0,761

» La température de ces expériences était 630°. »

(¹) PÉLABON, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXV.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'acide pyrophosphoreux.* Note de M. V. **Auger**, présentée par M. H. Moissan.

« Tous les essais tentés jusqu'ici, en vue d'obtenir l'acide pyrophosphoreux $P^2O^5H^4$, ont échoué. Amat (1), en particulier, a constaté que, par décomposition des pyrophosphites, on obtenait des solutions qui ne contiennent que de l'acide phosphoreux. La réaction de l'acide phosphoreux sur le trichlorure de phosphore a été étudiée par Kraut (2), puis par Gautier (3), enfin par A. Besson (4). Les deux premiers de ces chimistes ont constaté qu'il se produisait, suivant les quantités de PCl^3 entré en réaction, soit du phosphore et de l'acide phosphorique, soit du phosphore et de l'acide pyrophosphorique. A. Besson, étudiant le liquide épais qui se forme lorsqu'on traite PCl^3 par une petite quantité d'eau, a trouvé qu'il était formé d'une solution chlorhydrique aqueuse de PO^3H^3 en équilibre chimique avec le PCl^3 en excès.

» Il est probable que ce dernier n'a pas poussé assez loin l'action de PCl^3 sur ce liquide oléagineux, car si l'on prolonge cette action en ayant soin d'agiter convenablement, on peut obtenir l'acide pyrophosphoreux.

» Si l'on fait passer des vapeurs de PCl^3, entraînées par un courant de CO^2, dans le liquide provenant de l'action de l'eau sur un excès de PCl^3, on obtient, au bout de 20 heures environ, un liquide clair, épais, et qui cristallise en une masse dure, dans un dessiccateur contenant de la potasse récemment fondue et de l'anhydride phosphorique. On arrive plus rapidement au même résultat en agitant violemment, pendant 5 heures environ, à la température de 30° à 40° un mélange de PO^3H^3 et PCl^3 en excès. J'ai employé pour cela un entonnoir à brome placé horizontalement et tournant sur son axe au moyen d'un petit moteur. Les cristaux obtenus, après 3 jours de séjour au dessiccateur, ne contenaient plus de chlore. L'analyse a donné :

(1)	P pour 100..............	42,20	Théorie : 42,46 pour 100.
(2)	»	42,45	

» Si l'on prolonge l'action du PCl^3 à 30° au delà de 2 ou 3 jours, on obtient un liquide légèrement coloré en jaune, qui ne cristallise plus et qui se colore lentement de plus en plus. Dissous dans l'eau, il laisse déposer des flocons jaunes probablement formés d'un sous-oxyde de phosphore.

---

(1) Amat, *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1056.
(2) Kraut, *Lieb. Ann.*, t. CLVIII, p. 332.
(3) Gautier, *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 49.
(4) Besson, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 771.

» L'acide pyrophosphoreux se présente sous forme d'aiguilles incolores fusibles à 38°. Il est très déliquescent et, sous l'influence d'une petite quantité d'eau, fournit immédiatement de l'acide phosphoreux. L'hydrolyse semble être instantanée, ce qui explique les résultats négatifs d'Amat, en ce qui concerne sa préparation par voie humide. Chauffé vers 100°, il se trouble et devient jaune rouge. A 130° environ il fournit de l'hydrogène phosphoré. En présence de PCl^3 il s'altère déjà vers 45° suivant la réaction indiquée par Gautier.

» Un fait curieux, déjà noté par A. Besson, c'est que l'air humide, agissant sur PCl^3, produit seulement des cristaux de PO^3H^3; j'ai constaté en effet que le produit solide obtenu en faisant passer de l'acide carbonique humide sur du PCl^3 était fusible à 78°. D'ailleurs, PO^3H^3 pur n'est pas attaqué à la température ordinaire par PCl^3, et ce n'est que lorsqu'il est un peu humide ou chauffé à une douce température que la réaction commence et se poursuit, suivant la formule $5PO^3H^3 + PCl^3 = 3HCl + 3P^2O^5H^4$.

» Je me propose de poursuivre ce travail, dans le but d'obtenir l'acide métaphosphoreux. »

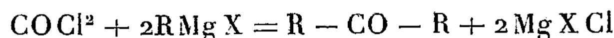
CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du phosgène sur les combinaisons organomagnésiennes mixtes.* Note de M. V. **Grignard**, présentée par M. H. Moissan.

« M. Fr. Sachs m'ayant fait part de ses recherches relatives à l'action du phosgène sur les combinaisons organomagnésiennes, je me trouve dans l'obligation de faire connaître dès maintenant les résultats, encore incomplets, que j'ai obtenus dans la même voie.

» J'ai utilisé le phosgène sous forme de sa solution toluénique commerciale à 20 pour 100. Cette solution réagit énergiquement sur tous les composés organomagnésiens en donnant naissance à un précipité microcristallin plus ou moins abondant qui se dépose pendant l'opération.

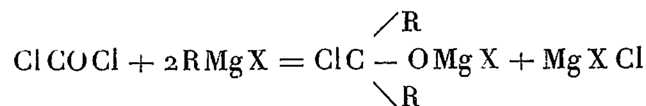
» Théoriquement, la réaction peut marcher dans deux voies différentes :

» 1° Pour produire une cétone symétrique par réaction de 2 molécules d'organomagnésien sur une molécule de phosgène, et l'on devrait, semble-t-il, arriver à ce résultat quel que soit le processus réactionnel. On pourrait avoir, en effet :



$$COCl^2 + 2RMgX = R - CO - R + 2MgXCl$$

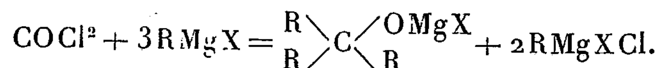
ou bien :



$$ClCOCl + 2RMgX = ClC\begin{matrix} \diagup R \\ - OMgX \\ \diagdown R \end{matrix} + MgXCl$$

» En traitant par l'eau, on obtiendrait dans ce second cas $R^2C(OH)Cl$, instable, qui perdrait HCl en donnant R^2CO.

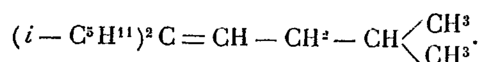
» 2° Par l'action de 3^{mol} d'organomagnésien sur 1^{mol} de phosgène, on arrivera à un alcool tertiaire symétrique :



$$COCl^2 + 3RMgX = \begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!>C<\!\begin{matrix}OMgX\\R\end{matrix} + 2RMgXCl.$$

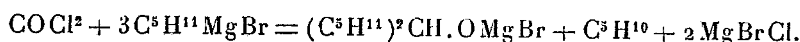
» Je me suis placé successivement à ces deux points de vue dans l'étude de la question.

» I. En faisant tomber 1^{mol} de phosgène dans 2^{mol} d'organomagnésien ou en procédant de manière inverse, je n'ai pu dans aucun cas isoler une quantité appréciable de la cétone attendue. Il se forme l'alcool secondaire symétrique R^2CHOH, l'alcool tertiaire $R^3C(OH)$ parfois accompagné de son produit de déshydratation. C'est ainsi qu'avec l'isoamylbromure de magnésium, j'ai obtenu un hydrocarbure $C^{16}H^{32}$, liquide assez mobile, faiblement odorant, qui bout à 114°-115° sous 10^{mm} et qui doit répondre à la formule



$$(i - C^5H^{11})^2C = CH - CH^2 - CH<\!\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}.$$

» La formation de l'alcool secondaire est due à une déviation de la réaction normale qui paraît être favorisée par l'élévation de la température. On a alors, par exemple :



$$COCl^2 + 3C^5H^{11}MgBr = (C^5H^{11})^2CH.OMgBr + C^5H^{10} + 2MgBrCl.$$

» On éprouve donc ici, au point de vue de la formation des cétones, les mêmes insuccès que dans le cas des chlorures d'acides [1]. J'ai reconnu cependant qu'il était possible, en opérant à basse température, d'obtenir avec les chlorures d'acides de petites quantités de cétones, ce qui prouve bien que la réaction se fait en deux phases, comme dans le cas des combinaisons zinciques. Seulement les affinités sont plus vives ici, et, par suite, pour limiter la réaction à la substitution du ou des atomes de chlore, il faudrait sans doute opérer à une température inférieure à celle des mélanges réfrigérants habituels.

» II. En faisant réagir 3^{mol} d'organomagnésien sur 1^{mol} de phosgène, on obtient facilement l'alcool tertiaire correspondant; ainsi le méthyliodure et l'éthylbromure de magnésium m'ont fourni le triméthyl- et le triéthylcarbinol avec des rendements d'à peu près 50 pour 100.

» Mais, avec les termes plus élevés, on empêche difficilement la production simultanée de l'alcool secondaire; il importe en tout cas d'éviter autant que possible l'élévation de la température, facilitée ici par la présence du toluène.

» Le propylbromure de magnésium m'a conduit à un mélange de dipropylcarbinol

(1) Tissier et Grignard, *Comptes rendus*, 1901.

et de tripropylcarbinol, liquide assez mobile, d'odeur forte, qui bout à 190°-192° à la pression ordinaire.

» Avec l'isoamylbromure de magnésium, j'ai obtenu un mélange de diisoamylcarbinol, identique à celui dont j'ai réalisé ailleurs la première synthèse, et de triisoamylcarbinol, liquide d'odeur douce, très visqueux, bouillant à 140° sous 10^{mm}.

» MM. Sachs et Lœvy montreront prochainement que la méthode s'applique également dans la série aromatique et que, par suite, elle est générale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles recherches sur la décomposition des acides organiques*. Note de MM. **Oechsner de Coninck** et **Raynaud**, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons continué nos expériences sur la décomposition des acides organiques gras et aromatiques, en traitant ces acides, à chaud, par un grand excès d'acide sulfurique ou de glycérine. Nous avons soin d'élever progressivement la température, de manière à saisir, aussi exactement que possible, le moment où la décomposition s'établissait.

» Dans nos expériences avec l'acide sulfurique, nous nous sommes placés dans les conditions indiquées pour la préparation classique de l'oxyde de carbone. Dans les expériences où nous avons fait intervenir la glycérine, nous avons employé une glycérine officinale pure, et ne donnant pas autre chose à la distillation qu'une certaine quantité d'acroléine, comme nous l'ont montré plusieurs expériences faites à blanc.

» Nous avons vérifié ainsi le plus ou moins de stabilité des acides aromatiques isomériques, et nous avons pu établir, avec la glycérine notamment, quels étaient les acides organiques qui commençaient à perdre du gaz carbonique, à une température voisine de 300°.

» 1. Nous sommes arrivés aux résultats suivants avec l'acide sulfurique; *sont décomposés avec production de* CO^2 : les acides pyrotartrique, fumarique, mucique, hippurique, l'asparagine; les acides benzoïque, amidobenzoïques, nitrobenzoïques, oxybenzoïques, ortho- et paratoluiques, phénylacétique, phénylglycolique, phtaliques, anisique, quinique, cinnamique, chrysophanique, protocatéchique, tannique et gallique.

» L'acide camphorique fournit, dans les mêmes conditions, un mélange de gaz carbonique et d'oxyde de carbone.

» 2. Avec la glycérine, nous avons été amenés à établir les catégories suivantes :

» *a. Ne sont pas décomposés :* les acides fumarique, phtalique, benzoïque, cinnamique, méta-oxybenzoïque, chrysophanique.

» *b. Sont décomposés avec production d'une trace, ou de quantités extrêmement faibles, de* CO^2 : les acides métaamidobenzoïque, camphorique, orthotoluique, phénylacétique, phénylglycolique, pyrotartrique.

» *c. Sont décomposés avec production de quantités assez notables de* CO^2 : les acides gallique, tannique, orthoamidobenzoïque, paramidobenzoïque, nitrobenzoïques, paratoluique, protocatéchique, paraoxybenzoïque, salicylique.

» Presque tous ces acides fournissent, dans les conditions de nos expériences, des matières colorantes orangées, rouges ou brunes, qui se révèlent tantôt dans la solution glycérique même, tantôt dans l'acide sulfurique du flacon laveur, où elles sont entraînées avec les vapeurs de la glycérine.

» La stabilité des acides aromatiques isomériques est fort différente, à la température d'ébullition, de leurs solutions glycériques. Ainsi, l'acide *métamido-benzoïque* ne fournit, après un long chauffage, qu'une trace de CO^2; au contraire, l'acide *ortho* est assez facilement décomposé. Quant à l'acide *para,* il se décompose beaucoup moins facilement et est intermédiaire, pour la stabilité, entre ses deux isomères de position.

» Nous ferons connaître d'autres particularités, et nous établirons nos conclusions générales dans un Mémoire plus étendu. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Constitution des nitrocelluloses.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai montré qu'en nitrant à divers degrés la cellulose on obtient des dérivés qui doivent être considérés comme des *nitroxycelluloses* (¹). Cette conclusion a été établie d'abord par l'étude du pouvoir réducteur des celluloses nitrés; puis, par l'étude de leurs produits de réduction (²).

» En étendant l'étude des pouvoirs réducteurs à divers éthers nitriques (³), j'ai caractérisé la création de ce pouvoir réducteur par la nitration et précisé les conditions dans lesquelles il se manifeste.

» La comparaison des résultats montre que la cellulose ne peut être assimilée, au point de vue de la nitration, aux alcools tels que la mannite : Si l'on traite, en effet, la mannite nitrée par le chlorure ferreux on régénère de la mannite; dans les mêmes conditions, les celluloses nitrées fournissent de l'oxycellulose.

(¹) *Comptes rendus*, 10 septembre 1900.

(²) *Comptes rendus*, 17 septembre 1900.

(³) *Comptes rendus*, 30 septembre 1901; 7 octobre 1901; 14 octobre 1901; 21 octobre 1901.

» J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie des expériences qui précisent cette conclusion, importante pour l'étude de la constitution des nitrocelluloses et celle de la cellulose elle-même.

» *Préparation des nitrocelluloses.* — J'ai nitré la cellulose en employant le procédé récemment indiqué par Lunge. Cette méthode offre cette particularité qu'elle permet d'obtenir une cellulose fortement nitrée, tout en mettant en œuvre une certaine proportion d'eau.

» 1g de coton purifié, séché à 100°, a été immergé dans un mélange formé de

63g,35	SO^4H^2
25,31	AzO^3H
11,34	H^2O

» C'est ce mélange qui permet, d'après Lunge, d'obtenir le plus haut degré de nitration. Après 24 heures de contact à la température ordinaire, la cellulose a été lavée à l'eau froide et chaude; on a obtenu 1g,69 de produit nitré contenant:

Az......... 13,89 pour 100 nitrocellulose (A)

d'autre part, de la cellulose a été nitrée d'après la méthode que j'ai indiquée (*Comptes rendus* du 6 juin 1898):

10g coton purifié
150g d'un mélange de { 3 parties AzO^3H........ $d = 1,50$; 1 partie SO^4H^2........ $d = 1,84$ }

ont été maintenus en contact pendant 24 heures à la température ordinaire. Après avoir lavé et séché le produit nitré on a obtenu 15g,9 de substance contenant:

Az.......... 13,4 pour 100 nitrocellulose (B)

» *Traitement par le chlorure ferreux.* — Les deux nitrocelluloses obtenues ont été traitées par le chlorure ferreux (0g,5 de substance, 50cm³ d'une solution saturée de $FeCl^2$ à ébullition pendant 25 minutes); on obtient un résidu ayant conservé l'aspect du coton. Ce résidu lavé, recueilli et séché, réduit dans les deux cas la liqueur cupropotassique. On a vérifié qu'il ne contenait plus d'azote: il est donc constitué par de l'oxycellulose.

» Mais on pourrait objecter que cette oxycellulose ne préexistait pas dans le produit nitré soumis à l'action du chlorure ferreux, qu'elle s'est formée, soit par l'action oxydante du gaz AzO, soit par l'action du chlorure ferrique, résultant de l'action du chlorure ferreux sur la nitrocellulose suivant l'équation



$$2(AzO^3H) + 6(FeCl^2) + 6HCl = 3Fe^2Cl^6 + 2(AzO) + 4(H^2O).$$

» Pour examiner cette hypothèse, nous avons effectué les deux expériences suivantes :

» A. 1g coton purifié, 100^{cm^3} $FeCl^2$ saturé contenant HCl, 5^{cm^3} AzO^3H à 36° ont été chauffés pendant 5 minutes à l'ébullition. On constate un dégagement abondant de vapeurs nitreuses, $FeCl^2$ se transforme en Fe^2Cl^6; le dégagement ayant cessé, le coton a été retiré, lavé complètement. On a constaté qu'il ne présentait aucun pouvoir réducteur.

» B. 1g coton purifié a été mélangé à froid avec 5^{cm^3} AzO^3H à 36°, puis on a additionné le mélange de 100^{cm^3} $FeCl^2$ et chauffé à l'ébullition pendant 5 minutes. Le coton retiré, lavé, ne présentait aucun pouvoir réducteur.

» *En résumé*, les nitrocelluloses, réduites en liqueur acide par le chlorure ferreux, donnent de l'oxycellulose. A ce point de vue, la cellulose se différencie nettement de la mannite et des autres alcools polyatomiques que nous avons étudiés au point de vue de la nitration. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les composés azotés que contient la terre arable.* Note de M. G. André.

« J'ai examiné récemment (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 1353) la façon dont la terre végétale, prise à une même place, mais à des profondeurs croissantes, se comportait sous l'action de l'acide chlorhydrique et de la potasse, et j'ai fait remarquer que l'azote ammoniacal dégagé de la solution chlorhydrique par ébullition de celle-ci avec la magnésie croissait avec la profondeur dans le cas d'une terre prélevée au début du printemps, alors que cet azote donnait des chiffres sensiblement égaux lorsque le prélèvement était effectué à l'automne. Je vais étudier aujourd'hui la répartition de l'azote demeurant sous forme soluble non ammoniacale d'une part; d'autre part, celle de l'azote qui préexiste dans le sol sous forme ammoniacale proprement dite, indépendamment de toute action des réactifs sur la terre végétale.

» I. Le premier échantillon de terre étudié dans ma dernière Note et prélevé en octobre avait fourni, par le traitement chlorhydrique, des valeurs à peu près égales à la surface du sol, à 30^{cm} et à 65^{cm} de profondeur (soit 14,44 pour 100 de l'azote total en moyenne), en fait d'azote dégageable de la solution acide par ébullition avec la magnésie. Il m'a donné, comme azote demeurant soluble sous forme amidée après ce dernier traitement, des chiffres qui décroissent avec la profondeur, soit 35,28, 30,06, 28,90 pour 100 de l'azote total. — Le second échantillon, prélevé vers la même époque, dans un endroit éloigné du premier, chez lequel le traitement chlorhydrique m'avait également fourni, par ébullition avec la magnésie, des chiffres à peu près égaux aux

trois hauteurs (soit 18,39 pour 100 de l'azote total en moyenne), m'a donné, en fait d'azote demeurant soluble (amidé) après le traitement ci-dessus, des chiffres à peu près égaux aux trois hauteurs : 39,06, 38,66, 38,59. — Le troisième échantillon, prélevé au mois d'avril 1902, fournissait, au contraire, comme azote dégageable sous forme ammoniacale, des nombres croissant avec la profondeur (14,87, 16,32, 18,29). L'azote amidé demeurant soluble après l'action de la magnésie a présenté des chiffres nettement décroissants avec la profondeur, soit 36,24, 31,94, 30,39. Si, dans le cas de ce dernier échantillon, on cherche quel est le rapport qui existe entre la fraction de l'azote qui se dégage sous forme d'ammoniaque et celle de l'azote demeurant dissous, on trouve que ce rapport, d'autant plus grand que l'on s'adresse à une couche de terre plus profonde, est égal, en chiffres ronds, à $\frac{2}{5}$ dans la terre de la surface, à $\frac{1}{2}$ dans celle prélevée à 35^{cm}, à $\frac{3}{5}$ dans celle prélevée à 65^{cm}. On observe des variations dans le même sens, mais beaucoup moins accentuées, avec les échantillons de terre du mois d'octobre.

» II. L'azote que la potasse a solubilisé présente une allure différente. En effet, dans le premier et le second échantillons, prélevés en octobre, l'azote solubilisé par ce réactif, indépendamment de celui qui s'est dégagé sous forme d'ammoniaque libre, fournit des chiffres sensiblement égaux à la surface et à 35^{cm} de profondeur. Mais il y a augmentation légère dans la terre la plus profonde : soit, dans le premier cas, 70,61, 69,06, 74,35 pour 100; dans le second cas, 70,46, 68,85, 72,10 pour 100 de l'azote total. L'échantillon prélevé en avril donne également des chiffres assez voisins à la surface et à 30^{cm} de profondeur, soit 73,67 et 71,15; mais la dose d'azote est bien plus élevée à 65^{cm}, soit 82,16. L'action comparée de l'acide chlorhydrique et de la potasse traduit donc bien la nature différente des amides complexes auxquels s'attaquent ces deux réactifs.

III. L'emploi d'un procédé préconisé par Longi (*Land. Vers. stat.*, t. XXXII, 1886, p. 15) permet d'obtenir, relativement à la présence de l'ammoniaque préexistante dans le sol, des renseignements intéressants. Si l'on chauffe dans le vide à 40° un sel ammoniacal avec un excès de magnésie calcinée, la totalité de l'ammoniaque du sel se dégage dans l'espace de 3 heures et peut être recueillie dans un acide étendu. Si l'on traite de la même façon des amides variés (asparagine, urée, acétamide, etc.), ceux-ci ne se décomposent pas dans ces conditions et ne fournissent pas trace d'ammoniaque, d'après les indications de Longi, que j'ai d'ailleurs spécialement vérifiées.

» On peut essayer d'appliquer ce procédé à la recherche des faibles quantités d'ammoniaque que contient le sol et admettre, il me semble et jusqu'à nouvel ordre, que les amides contenus dans les matières azotées complexes de la terre végétale resteront indécomposés sous l'action de la magnésie, ainsi qu'il arrive dans le cas des amides définis ordinaires. S'il se dégage, dans ces conditions, de l'ammoniaque, on pourra penser que cet alcali préexiste dans le sol à l'état de sel ammoniacal proprement dit.

» Voici les résultats que j'ai obtenus dans ce sens avec quatre échantillons de terres, prélevés à différentes hauteurs et à différents moments de l'année [1].

---

[1] Au bout de 3 heures de chauffage, il ne se dégage plus rien.

Les chiffres fournis par le dosage, obtenus sur 100^{g} de terre, sont assez petits en

	Azote total dans 1kg de terre sèche.				Azote ammoniacal pour 100 de l'azote total.			
	I. 1er avril 1902.	II. 16 avril 1902.	III. 25 oct. 1901.	IV. 27 oct. 1902.	I.	II.	III.	IV.
Surface	1,9019	1,4353	1,6661	1,8892	0,51	0,64	0,49	0,44
35cm	1,3664	1,1439	0,9519	1,2341	1,08	0,87	0,31	0,28
65cm	0,3451	0,3189	0,4880	0,5197	5,15	3,72	0,33	0,72

» Ainsi, à la fin de l'hiver (avril), la quantité d'ammoniaque varie suivant la hauteur à laquelle est prélevé l'échantillon et augmente avec la profondeur (I et II). Ceci peut s'expliquer en admettant que la nitrification, peu intense à cette époque de l'année, n'a pas encore changé en azote nitrique l'azote ammoniacal qui provient de la décomposition, surtout à la surface du sol, de la matière azotée. Une partie de cette ammoniaque, très diffusible, chemine donc dans les profondeurs et peut passer dans les eaux de drainage, ainsi que la chose a été bien des fois notée. Une autre partie est sans doute retenue par la matière humique des couches supérieures du sol.

» Au contraire, la quantité d'ammoniaque que l'on rencontre dans les différentes couches du sol à la fin de la période chaude de l'année (III et IV) est beaucoup moins considérable qu'au début du printemps; la nitrification de l'ammoniaque ayant eu lieu au fur et à mesure de la production de celle-ci.

» En réalité, il ne se perd, dans les eaux de drainage, qu'une très faible quantité d'azote sous forme ammoniacale, quantité variable avec la saison et qui semble présenter, du moins dans les terres que j'ai examinées, un maximum au printemps. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Remarques sur la morphologie générale des muscles.* Note de M. J. Chaine, présentée par M. Alfred Giard.

» Si l'on rapproche les unes des autres les différentes manières d'être que présentent certains organes dans leur développement phylogénique, on constate que, lorsqu'une fonction s'établit, elle est d'abord remplie par des organes rudimentaires et mal adaptés à leur rôle. A cette constitution simple succède une complication se traduisant, le plus souvent, par

valeur absolue : ils ont été corrigés de la quantité très faible d'ammoniaque contenue dans l'eau distillée employée.

une multiplication de ces parties primitives. La fonction est dès lors mieux remplie parce que les organes qui y concourent sont plus nombreux. Par une autre étape, certaines de ces parties, ou bien parfois une seule, grossissent, s'adaptent de mieux en mieux à leur fonction physiologique et se perfectionnent de plus en plus, tandis que les autres, ou bien dégénèrent progressivement pour finir par disparaître, ou bien s'adaptent à un autre rôle. Donc, les organes nouveaux sont d'abord mal définis, plus ou moins irréguliers, ordinairement nombreux, peu stables et sans valeur morphologique bien définie. Puis, par une évolution ascendante progressive, mais variable, ces organes se fixent peu à peu, se spécialisent plus ou moins, et acquièrent une valeur morphologique et une individualité de plus en plus précise.

» C'est là un fait général qui s'observe partout dans le règne animal, mais sur lequel on n'a peut-être pas assez insisté, dans le domaine de la myologie.

» Dès 1900, j'avais fait prévoir que l'étude comparée d'un muscle dans tout l'embranchement des Vertébrés pouvait conduire à ces mêmes conclusions. A cette époque, les résultats que m'avaient fournis mes observations étaient trop peu nombreux pour me permettre de généraliser. Aujourd'hui que j'ai étendu mes recherches et que de nouveaux résultats sont venus confirmer ma manière de voir, je crois utile d'y revenir. Afin de bien préciser les faits, je citerai seulement trois exemples, choisis parmi les plus typiques.

» Chez certains Batraciens, la mandibule est abaissée par un muscle mince, disposé en lame et qui va du niveau de l'apophyse, que présente la mâchoire inférieure en arrière de son articulation, au crâne et aux apophyses épineuses des premières vertèbres. Chez les autres Batraciens et chez les Reptiles inférieurs, ce muscle se clive en deux faisceaux qui deviennent tellement distincts que les auteurs les ont décrits comme des muscles spéciaux et que la majorité d'entre eux leur a même donné des noms différents; de ces faisceaux, l'un, l'antérieur, s'insère sur le crâne; l'autre, le postérieur, s'attache sur les apophyses épineuses des premières vertèbres. Chez les autres Vertébrés, l'insertion supérieure de cette formation musculaire diminue progressivement d'étendue par la disparition des points d'attache postérieurs, elle a ainsi une tendance à devenir exclusivement cranienne, état qui est atteint chez les Reptiles supérieurs et chez les Oiseaux. Chez ces derniers êtres, le muscle abaisseur de la mâchoire inférieure est nettement caractérisé et ne présente plus, suivant les espèces, que des variations d'ordre tout à fait secondaire.

» Dans plusieurs publications antérieures à celle-ci, j'ai démontré que le digastrique tire son origine, par clivage longitudinal, d'une masse embryonnaire primitive qui donne, en dedans, le muscle génio-hyoïdien, et, en dehors, le digastrique. Chez l'Orvet

et quelques autres Reptiles, le génio-hyoïdien et le digastrique sont encore unis en une lame musculaire absolument indivise; chez les Ophidiens, en général, ces deux muscles sont plus ou moins distincts l'un de l'autre, mais le digastrique est encore peu différencié. Chez certains Sauriens, le nombre de ces *digastriques primitifs* se multiplie; chez les Lacertiens, par exemple, il existe plusieurs faisceaux parallèles, tous semblables entre eux. De tous ces nombreux faisceaux, l'externe seul a de l'avenir, les autres disparaissent successivement, au point que, chez certains Reptiles supérieurs, il n'existe plus qu'une seule formation musculaire, nettement caractérisée et présentant les principaux caractères du digastrique des Mammifères.

» J'ai précédemment dénommé *transverse jugulaire*, un muscle à fibres le plus souvent obliques, parfois transversales, innervé par le nerf facial, et qui est situé sur la face ventrale de la région hyoïdienne, immédiatement au-dessous de la peau ou du peaucier, suivant les cas.

» L'étude comparée du transverse jugulaire conduit aux mêmes conclusions que celles des muscles précédents. Le transverse jugulaire, en effet, qui existe déjà chez les Cyclostomes, n'est représenté, chez ces êtres, que par une formation rudimentaire. Chez les Chondroptérygiens, il prend un très grand développement et s'étend depuis la ceinture scapulaire jusqu'à l'angle antérieur de la mandibule. Chez quelques-uns de ces Poissons, il constitue une vaste nappe musculaire absolument indivise sur toute son étendue; chez d'autres, au contraire, il se complique beaucoup par la formation de nombreux faisceaux, plus ou moins séparés les uns des autres, qui s'insèrent sur des points fort divers du squelette (crâne, mandibule, arcs branchiaux, appareil hyoïdien, etc.) et que presque tous les auteurs ont considérés comme des muscles distincts. Le transverse jugulaire devient, ensuite, progressivement plus spécialisé chez les Batraciens, les Reptiles et les Oiseaux, par la disparition de quelques-uns de ces faisceaux et par le fait que ses insertions tendent à se limiter peu à peu, au point que, chez les Oiseaux, le muscle ne s'insère plus que sur le crâne. Enfin, chez les Mammifères, ce muscle se spécialise davantage et constitue la formation qui est appelée *stylo-hyoïdien;* il est dès lors nettement caractérisé, tant au point de vue morphologique que physiologique. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Poissons de la famille des Athérinides dans l'Europe occidentale et sur la filiation de leurs espèces.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

» Les représentants de cette famille sont des plus communs dans l'Europe occidentale; recherchés pour l'alimentation, on les nomme souvent des Éperlans, les confondant à tort avec l'Éperlan véritable, qui appartient à une autre famille, celle des Salmonidés. Les uns habitent la mer, d'autres les eaux douces. Ces derniers composent deux espèces : 1° *Atherina lacustris* C. Bp., des fleuves et lacs italiens, que plusieurs auteurs rapportent à *A. Rissoi* C. V.; 2° une espèce nouvelle, *A. Riqueti*, que j'ai décrite l'an

dernier (*Zoologischer Anzeiger*, mars 1902). Celle-ci vit exclusivement dans le canal du Midi, qui met en relation le bassin de la Garonne avec la Méditerranée. J'ai signalé, dans le Mémoire précité, les différences qui permettent de distinguer entre ces deux espèces.

» J'ai fait, depuis, de nouvelles recherches sur ce sujet, et j'ai trouvé en France *Atherina lacustris*. Celle-ci vit, en assez grande abondance, dans les eaux saumâtres de la région d'Agde (extrémité occidentale de l'étang de Thau; rivière d'Agde, partie basse de l'Hérault conduisant à la mer; canal du Midi, entre la traversée de l'Hérault et l'étang de Thau). Il m'a été donné, par ce moyen, de modifier mes études premières, de les compléter et de comparer les deux espèces des eaux douces aux espèces marines. Je me borne à résumer ici les résultats de ces études.

» *Atherina lacustris* et *A. Riqueti* font partie d'une même série de types spécifiques. En somme, *A. Riqueti* est une forme naine et décolorée d'*A. lacustris*; elle se localise exclusivement dans les eaux douces. D'autre part, *A. lacustris* se rapproche de l'*A. Boyeri* marine, et se rattache à elle. Chaque année, des bandes d'*A. Boyeri*, passant par les canaux de Cette, pénètrent au printemps dans l'étang de Thau, et retournent à la mer en automne. Mais toutes n'agissent pas ainsi, et plusieurs demeurent dans l'étang. Celles-ci composent une variété un peu plus petite et moins pigmentée que le type. Ces individus sédentaires tiennent presque le juste milieu entre *A. Boyeri* et *A. lacustris*, au point qu'il est permis de considérer cette dernière espèce comme dérivée de l'*A. Boyeri*.

» D'autre part, plusieurs ichthyologistes ont déjà signalé la grande ressemblance établie entre l'*A. Boyeri* méditerranéenne et l'*Atherina presbyter* C. V. des côtes océaniques. Steindachner en vient même à considérer *A. Boyeri* comme le jeune d'*A. presbyter*. Ceci n'est point. J'ai pu suivre le cycle biologique de ces espèces. Toutes deux sont distinctes, et se reproduisent en l'état, sans passer de l'une à l'autre.

» Malgré cette séparation, la concordance est frappante. *A. Boyeri* équivaut à une forme naine de l'*A. presbyter*, localisée par ségrégation dans la Méditerranée, et devenue une espèce particulière, qui contient, du reste, plusieurs variétés, dont la principale, remarquable par la grande taille de ses yeux, est l'*A. mocho* Del.

» Si l'on fait le décompte de ces diverses affonites zoologiques, on en vient à conclure que tous les types d'Athérines de l'Europe occidentale se rapportent seulement à deux espèces primordiales : *A. hepsetus* L., et *A. presbyter* C. V. La première paraît avoir eu son origine dans le bassin oriental de la Méditerranée, d'où elle a essaimé dans le bassin occidental, en conservant, à peu de choses près, l'intégrité de ses caractères. La seconde est d'origine océanique; on peut la prendre comme une sorte de tête de file, d'où sont sorties progressivement plusieurs espèces variées, les principales transfor-

mations portant sur la taille qui diminue (avec le nombre des vertèbres, celui des écailles en ligne longitudinale, etc.), et sur la pigmentation, qui s'amoindrit. Le premier terme est représenté par *A. Boyeri*, et ses variétés affines, qui vivent encore dans la mer, mais se cantonnent dans la Méditerranée, ou peut s'en faut. Le deuxième est celui d'*A. lacustus*, qui habite les eaux saumâtres, les estuaires, du bassin occidental de la Méditerranée, d'où elle remonte parfois dans les fleuves et dans les lacs. Le troisième et ultime terme est fourni par *A. Riqueti*, spéciale aux eaux douces du canal du Midi, véritable diminutif de l'*A. presbyter*, dont elle a tout au plus le tiers ou le quart des dimensions.

» Un dernier point est à considérer dans cette filiation remarquable, dont on peut suivre les degrés essentiels. Le principal changement porte sur la taille; or, cette modification s'accorde avec l'état du milieu extérieur, quant à l'espace. La forme méditerranéenne est plus petite que l'océanique; celle des estuaires et des lacs est plus petite encore; enfin celle d'un canal étroit, peu profond, est la plus exiguë. On a fait, dans ces dernières années, plusieurs expériences tendant à prouver que le défaut d'espace entraîne le nanisme. Il devient intéressant de trouver dans la nature même une confirmation directe de ces expériences. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Structure des radicelles de la Mâcre.* Note de M. C. Queva.

« Le faisceau des racines ramifiées de la Mâcre (*Trapa natans*) étant tétrapolaire, les radicelles sont disposées sur la racine mère en quatre séries correspondant aux pôles du faisceau. Ces radicelles sont très grêles; leur diamètre atteint à peine trois dixièmes de millimètre. Leur croissance est limitée et elles ne se ramifient jamais. L'origine de ces radicelles est normale, elles se forment par voie endogène aux dépens d'un arc péricambial, comprenant quatre cellules, comme l'ont montré MM. Van Tieghem et Douliot.

» La structure de ces radicelles, normale dans la région corticale et superficielle, est très exceptionnelle dans le faisceau réduit qui en occupe le centre. Limité par une gaine parfaitement reconnaissable, ce faisceau possède une assise péricambiale régulière, dont les cellules sont séparées par des cloisons radiales qui alternent avec celles des éléments de la gaine.

» Le bois de cette racine n'est représenté que par une seule trachée, en contact avec l'assise rhizogène, et dont la situation est par conséquent marginale et excentrique dans le faisceau. L'autre moitié du faisceau comprend de trois à dix éléments libériens à parois minces, tous à peu près semblables. Le faisceau est donc unipolaire et conformé comme un massif libéro-ligneux très grêle d'une tige ou d'une feuille.

» La radicelle de la Mâcre présente par conséquent dans son faisceau un seul plan de symétrie diamétral, passant par la trachée et par le milieu du groupe libérien. Ce plan de symétrie de la radicelle passe aussi par l'axe de la racine support, et le faisceau est orienté de telle sorte que la trachée soit plus rapprochée que le liber de l'extrémité libre de la racine mère.

» Cette structure si particulière des radicelles de *Trapa natans* est le seul exemple connu d'une racine de Phanérogame à faisceau unipolaire. Cette possibilité de voir la masse libéro-ligneuse d'une racine grêle se réduire à un faisceau unipolaire remet en question la valeur des racines anormales que l'on connaît chez les *Isoëtes* et chez certains Lycopodes, et que l'on avait considérées soit comme des demi-racines, soit comme des racines à faisceau bipolaire courbé.

» De même les porte-racines des Sélaginelles et les appendices des *Stigmaria,* dont la valeur a été souvent discutée, pourraient bien n'être que des cas analogues de réduction du système libéro-ligneux de la racine. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les corps problématiques et les Algues du Trias en Lorraine.* Note de M. **P. Fliche**, présentée par M. R. Zeiller.

« L'étude de la flore fossile du Trias du pied occidental des Vosges, dont je m'occupe depuis plusieurs années, m'a fourni un certain nombre de faits nouveaux, parmi lesquels il en est qui me semblent d'un assez grand intérêt pour être signalés immédiatement. La présente Note sera consacrée aux corps problématiques et aux Algues.

» A côté d'objets qu'on a considérés comme des Algues fossiles, et qui ne sont pas d'origine organique, même comme pistes d'animaux, le Trias lorrain renferme en assez grande quantité de ces fossiles qu'on a nommés, à juste titre, des *corps problématiques,* parce que leur attribution première à des Algues était des plus douteuses, le plus souvent manifestement fausse; ils proviennent cependant d'êtres organisés, ne fût-ce qu'à titre de pistes. Ils se rencontrent exclusivement dans le Trias moyen et supérieur;

j'ai observé les genres *Gyrochorte, Palæophycus, Chondrites, Bactryllium* et *Spongillopsis*.

» J'appellerai ici l'attention seulement sur le dernier; il a été créé par Geinitz, qui le considérait comme une Algue; on y a vu aussi une piste ou les restes d'un Spongiaire, ce qui pourrait bien être sa véritable attribution; dans tous les cas, il est très nettement caractérisé, et jusqu'à présent il n'aurait été observé que dans le Permien, soit en Allemagne, soit en France. Sa présence incontestable, parfois abondante, dans le Trias de Lorraine est un fait de plus à ajouter à tous ceux qui viennent combler l'hiatus paléontologique admis, pendant longtemps, entre les deux terrains.

» A côté de ces corps problématiques le Trias lorrain renferme des fossiles dont l'attribution aux Algues est certaine; déjà M. Benecke en a signalé un, le *Diplopora lotharingica* Benecke, dans le Muschelkalk de la Lorraine allemande. J'en ai trouvé plusieurs, soit dans le Grès bigarré (¹), soit dans le Muschelkalk. Ce qui légitime l'attribution de ces fossiles aux Algues est, d'une part, la présence de la matière organique, ou de peroxyde de fer qui s'est substitué à elle, d'autre part, au moins pour les trois plus beaux, leur très grande ressemblance avec des formes actuelles. Ces fossiles apportent ainsi un contingent, qui n'est pas sans importance, à notre connaissance, jusqu'à présent très limitée, des végétaux de cette classe faisant partie de la flore du Trias. Ces Algues n'offrent pas de structure histologique conservée, mais, de contours très nets, elles présentent une ressemblance morphologique telle, avec des genres actuels, que j'ai pu leur donner des noms génériques rappelant, suivant une règle assez généralement adoptée, cette grande similitude, sans d'ailleurs affirmer une identité générique certaine, impossible à constater en pareil cas; ce sont : *Chordites* n. gen., *Cystoseirites* Sternberg (emend.) et *Lomentarites* n. gen.; ils sont chacun représentés par une seule espèce; le dernier a été trouvé dans le Grès bigarré à Merviller-Vacqueville, les deux autres dans le Muschelkalk supérieur à Chauffontaine et Sainte-Anne, aux environs de Lunéville; tous sont abondamment représentés, les deux premiers surtout, qui remplissent quelquefois la roche, à l'exception de tout autre fossile végétal, ce qui est bien en relation avec l'origine, franchement marine, du dépôt.

(¹) Je me sers de cette expression lithologique, parce que la limite exacte entre le Trias inférieur et le Trias moyen n'est pas encore bien nettement établie, partout, en Lorraine; c'est le cas notamment pour la localité de Merviller-Vacqueville, d'où provient l'Algue signalée plus loin.

» Quatre autres espèces, les trois premières représentées par une ou deux empreintes du Muschelkalk, la quatrième, un peu moins rare, du Grès bigarré, ont dû être nommées seulement *Algacites*. Le fait qu'elles proviennent d'Algues me semble indubitable, mais elles ne sauraient être rapprochées avec quelque certitude d'aucune Algue vivante; la dernière parce qu'elle se présente sous forme de longs et fins filaments, sans caractères distinctifs bien arrêtés; les autres parce qu'elles n'ont point d'analogies suffisamment rigoureuses avec les formes actuelles; je dois faire observer toutefois que l'un de ces fossiles n'est pas sans rappeler un peu les *Anadyomene*, et un autre, d'une façon plus accentuée, le *Landsburgia quercifolia* des côtes de la Nouvelle-Zélande.

» Je tiens à dire que la plupart des échantillons, étudiés par moi, ont été recueillis par Lebrun et Bleicher, et à adresser de plus mes bien vifs remercîments à M. Bornet pour l'obligeance avec laquelle il m'a fait profiter de sa haute compétence en algologie. »

BIOLOGIE. — *Les défenses de l'organisme chez les nouveau-nés.* Note de MM. **A. Charrin** et **G. Delamare**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Chez les nouveau-nés, surtout chez les rejetons débiles issus de mères malades, la fréquence et la gravité de certains processus morbides sont incontestables. Pour expliquer ces faits, on invoque habituellement des motifs un peu vagues (délicatesse des tissus, défaut d'accoutumance aux milieux extérieurs, vices hygiéniques, etc.). Aussi nous a-t-il paru intéressant d'apporter, dans l'appréciation de ces causes, plus de précision.

» Il est à coup sûr possible d'incriminer la contagion; mais, à cette période de l'existence, elle est moins commune qu'à l'époque des jeux, des écoles et, plus tard, de la caserne. On ne saurait, d'autre part, attribuer un rôle aux agents protecteurs extérieurs à l'économie (lumière, température, oxygène, dessiccation, etc.); leur influence, en général atténuante, le plus souvent s'exerce indifféremment aux divers âges. Toutefois, l'examen des défenses de l'organisme, comparées chez les nourrissons à ce qu'elles sont ultérieurement, révèle d'importantes particularités.

» C'est ainsi que, sauf exception, la fonction sudorale, de préférence chez les êtres affaiblis et avant le quinzième jour, est nulle ou rudimentaire. Or, par sa réaction, sa composition, son écoulement, cette sécrétion constitue une protection chimique et mécanique. Son insuffisance explique sans doute, du moins en partie, la notable fréquence, durant les premières semaines, des infections cutanées, très communément, d'après les travaux

de Weill ([1]), d'origine externe. En outre, en troublant la thermogenèse liée aux évaporations périphériques, cette fonction, en raison de ses imperfections, intervient également dans la genèse des prédispositions générales qui hâtent l'évolution des bactéries.

» Fréquemment ces bactéries pénètrent par les voies respiratoires et surtout digestives ([2]). Dans ces voies, parmi les modes de protection, du reste assez variés, figure le mucus qui se révèle microbicide et forme à la surface des muqueuses une barrière s'opposant au passage aisé des germes. Or, si à ce niveau on examine la teneur en mucine, on constate que, chez les très jeunes sujets, spécialement dans la dernière portion de l'iléon, cette teneur est plus faible que chez l'adulte ([3]).

» Au voisinage de la naissance nous n'avons pas, à l'exemple de Disse, observé une distribution régulièrement discontinue du mucus, pas plus que des intervalles susceptibles de permettre la facile introduction des germes. Toutefois, chez les nourrissons, ce mucus sur plus d'un point se borne à tapisser le sommet et les parties latérales des villosités, sans descendre jusqu'aux bases de ces villosités. Ce mode de répartition, joint à cette quantité relativement minime, fait sans doute comprendre pourquoi des principes, tels que l'iodure de potassium ou des toxines, emprisonnés dans des anses intestinales fermées aux deux bouts, en général s'échappent plus aisément de ces anses, quand, au lieu de les emprunter au tube digestif d'un sujet âgé, on les prend chez un tout jeune; pour l'estomac la différence est frappante. Cette sortie est d'autant plus facile que déjà les organes d'absorption (villosités, valvules conniventes, réseau capillaire) sont proportionnellement aussi développés qu'à un âge plus avancé. Par contre, la musculeuse est plutôt relativement moins épaisse; or, soit en expulsant un

---

([1]) Voir *Soc. méd. hôp. Lyon,* octobre 1902.

([2]) Les troubles digestifs chez le nourrisson sont fréquents. Or, dans une série de cas, ayant réalisé le repos, grâce à l'alimentation extra-buccale par des matières minérales, des sucres, des graisses, des peptones, etc., nous avons obtenu d'encourageants résultats; n'étant plus quotidiennement irrités, les tissus jeunes, s'ils ne sont pas trop détériorés, tendent à la réparation.

([3]) On décèle le soufre de la mucine et souvent, en raison d'un mélange de nucléo-albumines, du phosphore, etc. — Ajoutons qu'avec M. Guillemonat, nous avons reconnu que la première portion de l'intestin grêle est en général plus riche en ce mucus, dont une gastro-entérite fait parfois varier le siège et les proportions. Or, dans le haut, ce principe maintient utilement au milieu du canal les matériaux qui doivent subir l'action des sucs; dans le bas, en diminuant, il facilite la sortie de ces matériaux qui métamorphosés n'ont plus qu'à être absorbés.

contenu souvent nuisible, soit en opposant, grâce à une contracture réflexe, un obstacle plus résistant aux corps étrangers qui impressionnent l'intestin, cette musculeuse concourt à la défense de l'économie.

» Ces différences entre les protections disposées, tant chez le nouveau-né que chez l'adulte, pour préserver les surfaces de revêtement ne sont pas les seules. Chacun sait, en effet, que si dès la vie intra-utérine on décèle des diastases qui, à la manière de la pepsine, de la trypsine, etc. atténuent les toxines microbiennes (¹), en revanche, il semble que, près de la naissance, ces diastases sont parfois moins complexes et moins abondantes (²); Gmelin prétend même que, chez le chien, les ferments lab et protéolytiques n'apparaissent que vers le dix-huitième jour.

» Ainsi, chez les nourrissons, à divers point de vue, les portes d'entrée sont mal gardées (³). Au delà, dans les milieux clos, spécialement chez des enfants de générateurs malades, il n'est pas rare de rencontrer également des conditions favorables aux éléments morbifiques. — Chez ces rejetons provenant d'ascendants tarés, les fèces éliminent dix fois plus de principes protéiques (⁴) qui échappent ainsi à l'absorption intestinale; les rapports $\frac{Az\,u}{Az\,t}$ et $\frac{C}{Az}$ sont, d'une façon plus marquée, inférieurs à l'unité; le kilogramme de matière vivante est desservi par une plus grande surface (7^{dm^2} à 8^{dm^2} au lieu de 6^{dm^2}), autrement dit, le rayonnement s'opère plus vite. Mais, pour maintenir la vie dans les limites normales, les tissus sont obligés d'engendrer de la chaleur et comme, chez ces petits êtres débiles, cette chaleur plus aisément perdue est produite avec un combustible qui, en raison du manque d'appétit, des pertes intestinales et des vices de la nutrition, est à la fois moins abondant et moins bien utilisé, le surmenage cellulaire est la fatale conséquence de ces défectuosités. Aussi, en dépit des efforts, souvent on note l'hypothermie et, à titre de résultats de ce surmenage, l'abaissement de l'alcalinité des humeurs parallèle à leur action

(¹) Voir *Comptes rendus de la Soc. biol.*, 30 juillet 1898; *Comptes rendus*, 27 mars 1899.

(²) A la naissance, les tubes glandulaires ne sont pas tous complètement développés. En outre, l'aliment fait le ferment; or, le lait étant seul absorbé, ce sont, par suite, toujours les mêmes principes que réclame une digestion du reste aisée.

(³) Les nouveau-nés dorment parfois la bouche entr'ouverte, condition qui fait qu'en partie l'air arrive aux poumons plus froid, plus sec, plus riche en microbes c'est là une nouvelle infériorité.

(⁴) Dans l'appréciation de ces substances protéiques, le protoplasma des microbes tient une place plus ou moins considérable.

bactéricide ou encore l'accroissement des poisons de l'économie mis ici en évidence par la diminution de l'innocuité des urines ([1]). Or, nul n'ignore que, parmi les nombreuses causes aptes à hâter, grâce à un changement de milieu, l'évolution d'un genre trop atténué, figurent précisément ce surmenage, cette hypothermie, cet abaissement de l'alcalinité des plasmas et cette auto-intoxication, modifications qui aux mots si vagues de variations du terrain substituent des états précis, définis.

» Ainsi, chez les nouveau-nés, soit au niveau des portes d'entrée, soit, pour nombre d'entre eux, dans les viscères, les conditions de la résistance aux agents pathogènes, à plusieurs égards, sont défectueuses; il n'est donc pas surprenant de constater à cet âge, relativement à une série de processus morbides, un certain degré de fréquence et de gravité. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de l'état chimique sous lequel on présente un élément à l'organisme, sur la rapidité du passage de cet élément dans le sang*. Note de M. **A. Mouneyrat**. (Extrait.)

« On sait depuis longtemps que la toxicité d'un élément déterminé est essentiellement fonction de la constitution chimique du composé sous lequel on présente cet élément à l'organisme. C'est ainsi que, à poids égal de mercure ou d'arsenic, le bichlorure de mercure est plus toxique que la succinimide mercurique, l'arséniate de soude plus toxique que le cacodylate de soude, etc.

» En présence de ces faits, je me suis demandé si, étant donné un corps simple, on administrait, par voie hypodermique, les mêmes quantités de ce corps, et cela sous des formes chimiques différentes, à plusieurs animaux de même poids et de même espèce, cet élément se retrouverait en même quantité dans le sang de chacun de ces animaux? Sinon, quels seraient les composés qui passeraient le plus vite?

» .... Des expériences plusieurs fois répétées m'ont conduit à cette conclusion que le sang des chiens qui avaient reçu de l'arsenic sous forme minérale (arsénite ou arséniate de soude) renfermait environ deux fois plus d'arsenic que le sang de ceux qui avaient reçu ce même métalloïde sous forme organique (méthylarsinate de soude). »

([1]) *Comptes rendus de la Soc. biol.*, 18 février et 15 juillet 1899. — *Comptes rendus*, 8 janvier 1900. — *Trav. Lab. Méd. exp. H. Etud.*, 1900.

PHYSIOLOGIE. — *Sur une loi de décroissance de l'effort à l'ergographe.* Note de M. CHARLES HENRY et de Mlle J. JOTEYKO.

« Quand on recueille un ergogramme, c'est-à-dire quand on enregistre les soulèvements successifs d'un poids par le médius jusqu'à épuisement, ce sont des aires que l'on enregistre et non des hauteurs; mais, comme on opère d'ordinaire à une vitesse assez faible de rotation du cylindre (de $0^{mm},5$ à 1^{mm} à la seconde), les aires ne sont pas sensibles et, ce qui ressort uniquement, ce sont les ordonnées maxima. Jusqu'ici on s'est préoccupé exclusivement de ces efforts maxima : on a considéré leur somme et l'un de nous a introduit, sous le nom de *quotient de fatigue* (quotient de la somme de ces efforts par le nombre des contractions), la notion d'effort moyen, qui a le double avantage d'être une caractéristique très concordante et très sûre d'un système musculaire dans des conditions données, et d'exprimer une certaine relation entre des actions purement musculaires et des actions propres aux centres nerveux (1).

» A partir d'une vitesse de 1^{cm} à la seconde, les aires se distinguent nettement et l'on obtient des tracés d'aspect bien différent de celui des ergogrammes classiques. Chacune de ces aires se décompose en une première surface représentant du travail dynamique (élévation du poids) et en une seconde surface représentant du travail dit *statique* (soutien du poids). Il est évident que le calcul de ces deux sortes de travaux permet seul de mesurer rigoureusement le travail ergographique. En attendant que nous puissions soumettre à l'Académie nos études sur ce problème, comme les ordonnées maxima de ces aires sont particulièrement intéressantes, nous allons préciser la relation mathématique qui relie normalement au temps, c'est-à-dire au nombre de contractions moins un (la première contraction correspondant au temps zéro), la somme de ces efforts maxima; il y a une évidente utilité à pouvoir mesurer rigoureusement les modifications apportées à l'ergogramme par divers agents, et il n'est possible de le faire que par l'étude des variations des constantes des équations de l'effort normal étudié à des points de vue divers.

(1) J. JOTEYKO, *Le quotient de la fatigue* (*Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 527).

» Nous avons considéré les ergogrammes de cinq sujets très différents, dont les contractions avaient lieu toutes les 2 secondes dans les conditions suivantes :

Sujets.	Nombre d'ergogrammes.	Poids soulevé.	Intervalle du temps entre chaque ergogramme.
D.............	5	3	3′
K.............	5	4	5′
S.............	3	5	2′
H.............	2	3	10′
V. H...........	2	5	2′

» Pour tous ces ergogrammes, en appelant y le quotient de la somme des efforts maxima par le temps au temps t, Y ce quotient au temps 1, on trouve la relation

$$\log y = \log \mathrm{Y} - \log t\left(\frac{t^2 + at + b}{t^2 + ct}\right);$$

le facteur $\alpha = \dfrac{t^2 + at + b}{t^2 + ct}$ passe par un minimum; les constantes a et b, la première dépendante du temps, la seconde indépendante, mesurent la *fatiguabilité;* la constante c mesure la *résistance* du sujet, au cours de l'ergogramme considéré.

» On pourra juger, par le choix de ces valeurs prises au hasard, du degré satisfaisant de concordance entre la formule et l'expérience : la première colonne de ces tableaux renferme les temps ; la deuxième colonne, les α calculés ; la troisième colonne, les α observés ; la quatrième colonne, les écarts :

D.

1. Log Y = 2,176

2....	0,449	0,449	0,000
17....	0,299	0,318	0,019
37....	0,319	0,323	0,004
52....	0,339	0,341	0,002

2. Log Y = 2,012

2....	0,352	0,352	0,000
12....	0,288	0,295	0,007
22....	0,301	0,309	0,008
32....	0,335	0,335	0,000

3. Log Y = 1,924

2....	0,346	0,346	0,000
17....	0,269	0,262	0,007
22....	0,301	0,276	0,025
28....	0,336	0,330	0,006

S.

1. Log Y = 2,083

5....	0,378	0,373	0,005
25....	0,346	0,344	0,002
40....	0,366	0,366	0,000
54....	0,386	0,386	0,000

2. Log Y = 2,041

6....	0,392	0,392	0,000
18....	0,310	0,377	0,067
30....	0,302	0,392	0,09
42....	0,409	0,407	0,002

3. Log Y = 1,903

5....	0,459	0,459	0,000
15....	0,392	0,394	0,002
25....	0,392	0,387	0,005
30....	0,397	0,392	0,005

4. Log Y = 1,898

2....	0,336	0,339	0,003
13....	0,254	0,259	0,005
23....	0,289	0,283	0,006
28....	0,307	0,312	0,005

5. Log Y = 1,868

2....	0,332	0,332	0,000
7....	0,230	0,259	0,029
18....	0,324	0,274	0,050
23....	0,360	0,368	0,008

H.

1. Log Y = 2,193

5....	0,330	0,330	0,000
22....	0,282	0,285	0,003
51....	0,362	0,364	0,002
55....	0,375	0,372	0,003

V. H.

1. Log Y = 2,021

2....	0,427	0,428	0,001
7....	0,352	0,351	0,001
11....	0,390	0,368	0,022
14....	0,421	0,411	0,010

» Avec la fatigue, pour un même sujet, Y diminue quand le numéro d'ordre des ergogrammes grandit; mais ni α, ni aucune des constantes de fatiguabilité et de résistance ne subissent de modifications régulières. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Hypothèse de J.-B. Biot pour expliquer la hauteur de l'atmosphère.* Note de **W. de Fonvielle**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Bien avant qu'on eût découvert le moyen de préparer en grand l'air liquide, l'Académie a bien voulu donner place dans ses *Comptes rendus* à une Note dans laquelle je rappelais une hypothèse émise par J.-B. Biot, dans le Chapitre de son *Traité d'Astronomie* où il examine la constitution de l'atmosphère. Ce grand physicien fait remarquer que, sous l'influence combinée du froid et de la pression, les molécules de l'air des hautes régions ont perdu très probablement tout le ressort qui caractérise l'état gazeux, et que, par conséquent, elles se trouvent plus ou moins semblables à celles d'un liquide. Je demande la permission de revenir de nouveau sur cette ingénieuse conception, à laquelle les recherches de MM. Moissan et Dewar sur la persistance des affinités chimiques à des températures voisines du zéro absolu, ainsi que les dernières observations rapportées par les ballons-sondes donnent, en ce moment, un incontestable degré d'actualité.

» En premier lieu, à des altitudes n'atteignant encore qu'une faible

fraction de celles que l'atmosphère doit posséder pour rendre compte de certaines combustions météoriques, la température enregistrée par les ballons-sondes dépasse 70° de froid. Mais, quelque basse que soit déjà la température constatée vers 14^{km} d'altitude, elle est bien loin cependant de représenter celle de l'air lui-même. En effet, le défaut de ventilation se fait de plus en plus sentir à mesure que la densité du gaz atmosphérique diminue. Ce fait capital a été démontré par M. Assmann dans les *Ergebnisse* de l'observatoire de Tegel, Tome I, et discuté déjà par M. Hergessel dans les *Résultats provisoires des expériences internationales de ballons-sondes*.

» Comme on le voit, la température réelle de l'air des hautes régions va donc en s'approchant de celles de sa liquéfaction et même de sa solidification. L'effet de la raréfaction progressive, signalée par J.-B. Biot comme accélérant le changement d'état physique, doit donc limiter d'une façon énergique la hauteur de ce qu'on peut appeler l'*atmosphère réellement gazeuse de la Terre*.

» On peut parfaitement admettre que les molécules d'air solidifiées qui surmontent cette enveloppe continuent à faire réellement partie intégrante de notre globe et à l'accompagner dans ses évolutions. En effet, Laplace à démontré que notre atmosphère peut s'élever jusqu'à l'altitude à laquelle la force centrifuge, accrue en raison de la distance au centre, et l'attraction diminuée dans le rapport du carré de cet élément, se font mutuellement équilibre.

» Cette distance limite est de plusieurs rayons terrestres, tandis que celle qui suffit pour rendre compte de la combustion de certains bolides ne dépasse pas 300^{km}; or, à cette altitude relativement si modérée, la densité de l'atmosphère gazeuse ne pourrait pas dépasser *un milliardième* de la densité normale à la surface des mers. N'est-ce point une valeur ironiquement trop faible pour l'extension d'une molécule d'air et, par conséquent, pour expliquer un effet chimique ou mécanique quelconque?

» Les expériences de MM. Moissan et Dewar montrent que des réactions chimiques se produisent encore à 252° au-dessous de zéro; par conséquent elles expliquent comment des poussières d'air, chassées devant un bolide se mouvant avec une vitesse de plusieurs kilomètres par seconde, arrivent à l'enflammer presque instantanément.

» N'est-il pas permis d'ajouterque la nature semble prendre plaisir à nous montrer journellement l'existence d'une autre atmosphère (celle de la

vapeur d'eau) qui commence par être gazeuse et, s'insinuant, pour ainsi dire, dans l'atmosphère d'air, finit par se condenser en un nombre prodigieux de particules glacées. Ces nuages, que l'on nomme les *cirrus*, sont les seuls que les ballons-sondes puissent jamais rencontrer, car seuls ils errent à des altitudes où les aéronautes n'ont point encore pénétré.

» Ainsi la haute atmosphère est peut-être semée de nuages constitués de minimes molécules d'air liquide ou peut-être même solidifié, dont les feux de l'aurore boréale viennent sans doute de temps en temps faire étinceler les formes devant les habitants de la surface de la Terre. »

M. F. **Gruet** adresse une Note relative à l'Aérostation.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Bianu** adresse, de Bukarest, une Note relative à la construction d'une machine volante.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 mars 1903.

(Suite.)

Le vingt-cinquième anniversaire de la fondation de l'Observatoire du Puy de Dôme. (Extr. de la *Revue d'Auvergne*, nov.-déc. 1902.) Clermont-Ferrand, G. Mont-Louis, 1903; 1 fasc. in-8°.

Essai de Météorologie, par E. Delory, agriculteur. Béthune, A. David, 1901; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Réunion des Membres français de l'Association internationale pour l'essai des

matériaux de construction ; procès-verbal de la séance du 25 octobre 1902 : *Section des ciments.* Angers, imp. A. Burdin et Cie; 1 fasc. in-4°.

Nouvelles Annales de Mathématiques, journal des candidats aux Écoles spéciales, à la licence et à l'agrégation, dirigé par C.-A. LAISANT, E. DUPORCQ, C. BOURLET; 4e série, t. III, janvier 1903. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; 5e série, t. V, année 1902. Angers, Germain et G. Grassin; 1 vol. in-8°.

The Danish Inglof-Expedition. Vol. IV : 1. *Echinoidea,* part I, by TH. MORTENSEN; with 21 plates and 12 figures in the text; translated by TORBEN LUNDBECK. Copenhague, Bianco Luno, 1903; 1 vol. in-4°.

Rapport sur les observations internationales des nuages au Comité international météorologique, par H. HILDEBRAND HILDEBRANDSSON : I. *Historique, circulation générale de l'atmosphère.* Upsal, Wretman, 1903; 1 fasc. in-8°.

Annales du Musée du Congo : Botanique. Série IV : *Études sur la flore du Katanga,* par EM. DE WILDEMAN; fasc. III et dernier. Bruxelles, 1903; 1 fasc. in-f°.

Le Surra americain ou Mal de caderas, par FREDERIC SIVORI et EMMANUEL LECLER; avec 7 planches en couleur et 44 diagrammes. (*Anales del Ministerio de Agricultura, Republica Argentina :* Seccion de Zootecnia, Bacteriologia, Veterinaria y Zoologia; t. I, n° 1.) Buenos-Ayres, 1902; 1 vol. in-8°.

Contro il divorzio..., per un Missionario... palermitano. Rome, typ. G. Righetti; 1 fasc. in-8°.

The Nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1906, *for the meridian of the Royal Observatory at Greenwich,* published by order Lords Commissioners of the Admiralty. Edinburg; 1 vol. in-8°.

Universidad centràl de Espana. Memoria del curso 1900 *a* 1901; *Anuario de* 1901 *a* 1902 *de su distrito universitario.* Madrid, 1902; 1 fasc. in-4°.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien. *Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe.* Jahrg. 1903, n^rn^ 1-6. Vienne; 6 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 MARS 1903.

M. BOUCHARD présente en hommage à l'Académie, au nom de M. VON LEYDEN, Correspondant de la Section de Médecine, une série d'Opuscules sur divers sujets; 59 fasc. in-8° et 2 fasc. in-4°.

Le diabète et l'alimentation aux pommes de terre, par A. MOSSÉ. Paris, Félix Alcan, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard. Hommage de l'auteur.)

Remarques sur la valeur séméiologique des variations glycosuriques survenant sans cause apparente dans le diabète, par A. MOSSÉ. Toulouse, Édouard Privat, 1902; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Bouchard. Hommage de l'auteur.)

Recherches de Thermodynamique sur la distribution des éléments météorolo-

giques à l'intérieur des masses d'air en mouvement, par M. THEVENET. Alger, Adolphe Jourdan, 1903; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Observations sur les Guêpes, par CHARLES JANET. Paris, C. Naud, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Anatomie du Gaster de la « Myrmica rubra », par CHARLES JANET. Paris, G. Carré et C. Naud, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le Photorama : nouvel appareil photographique panoramique réversible, par AUGUSTE et LOUIS LUMIÈRE. Lyon, imp. A. Storck et Cie, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. MASCART, Membre de l'Institut; année 1903, n° 1. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

L'Anthropologie, paraissant tous les deux mois. Rédacteurs en chef: MM. BOULE, VERNEAU; t. XIV, n° 1, janvier-février 1903. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société des Agriculteurs de France, paraissant deux fois par mois; 35e année, nouvelle série, 15 mars 1903. Paris; 2 fasc. in-8°.

Lacs de la Macédoine, de la vieille Serbie et de l'Epire: Atlas de dix cartes. (En serbe.) Belgrade, 1902; 1 fasc. in-f°.

Untersuchungen über das Magnesium in seinen Beziehungen zur Pflanze, von OSWALD RICHTER. Vienne, 1902; 1 fasc. in-8°.

Volcanoes and climate, the influence of eruptions, wet winters following, by R.-W.-O. KESTEL, member British Astronomical Association, N. S. W. Article de Journal détaché. Adélaïde, Australie méridionale, s. d.

Travaux de la sous-section Troïtzkossawsk-Kiakhta, Section du pays d'Amour de la Société impériale russe de Géographie. Vol. IV, livraison 1, 1901. Saint-Pétersbourg, 1902; 1 fasc. in-8°.

Bericht über die Tätigkeit des Centralbureaus der internationalen Erdmessung im Jahre 1902, *nebst dem Arbeitsplan für* 1903. Berlin, 1903; 1 fasc. in-4°.

Definitive Resultate aus den Prager Polhöhen-Messungen von 1889 *bis* 1892 *u. v.* 1895 *bis* 1899, herausgegeb. v. Prof. Dr L. WEINEK; mit 1 Abbildung im Texte und 2 Tafeln in Lithographie. Prague, 1903; 1 fasc. in-4°.

Annual reports of the Department of the Interior, 1901. *Commissioner of Education.* Vol. I. Washington, 1902; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société royale malacologique de Belgique; t. XXXVI, année 1901. Bruxelles, 1902; 1 vol. in-8°.

Bulletin du Jardin botanique de l'État à Bruxelles; vol. I, fasc. 1-3, août-novembre 1902. Bruxelles, P. Weissenbruch; 3 fasc. in-8°.

Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-physikalische Klasse: 1902, Heft 6; 1903, Heft 1. Gœttingue, 1902-1903; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark, 1903, n° 1. Copenhague; 1 fasc. in-8°.

Naturæ novitates: Bibliographie neuer Erscheinungen aller Länder auf dem Gebiete der Naturgeschichte und der exacten Wissenschaften, herausgegeb. v. R. Friedlander u. Sohn; n° 1-3, Januar 1903. Berlin; 3 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 mars 1903.

Pierre-Carl Potain, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, médecin des hôpitaux, membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine, 1825-1901: *Biographie,* par le Dr Pierre Teissier. Paris, Masson et Cie, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Mémorial du Dépôt général de la Guerre, imprimé par ordre du Ministre; t. XII. *Nouvelle méridienne de France;* 2e fascicule, publié par le général Bassot. Paris, Imprimerie nationale, 1902; 1 fasc. in-4°. (Présenté par le général Bassot.)

La tachygenèse ou accélération embryogénique, son importance dans les modifications des phénomènes embryogéniques, son rôle dans la transformation des organismes, par Edmond Perrier et Charles Gravier. (Extr. des *Annales des Sciences naturelles: Zoologie,* 8e série, t. XVI, 1902.) Paris, Masson et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

L'année biologique: Comptes rendus annuels des travaux de Biologie générale, publiés sous la direction de Yves Delage, membre de l'Institut; 6e année, 1901. Paris, C. Reinwald, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Yves Delage.)

Matériaux pour la minéralogie de Madagascar, par A. Lacroix, 2e fascicule. (Extr. des *Nouvelles Archives du Muséum,* 4e série, t. IV.) Paris, Masson et Cie, s. d.; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Observations sur les expériences de M. Rateau concernant le débit de la vapeur, et leur concordance avec les formules de M. Parenty, par H. Parenty. (Extr. des *Annales des Mines,* livraison de novembre 1902.) Paris, Vve Ch. Dunod, 1902; 1 fasc. in-8°.

Arithmographe Troncet, calculateur mécanique instantané: 1 feuille d'instructions, par Louis Troncet, et un appareil. (Présenté par le colonel Laussedat.)

La lutte contre les hannetons et les vers blancs, par Gustave Faliès. Paris, librairie de la Bourse du Commerce, 1903; 1 fasc. in-16.

Exposition internationale d'Hygiène, annexée au deuxième Congrès de Médecine latino-américain, du 2 avril au 31 mai 1904. Paris, A. Malverge, 1903; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, membre de l'Institut; t. XV, n° 171. Paris, Paul Dupont, 1903; 1 fasc in-8°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 AVRIL 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 13 avril sera remise au mardi 14.

Notice sur Sir George-Gabriel Stokes; par M. **Mascart**.

« Sir George-Gabriel Stokes, un des Associés étrangers que l'Académie a perdus récemment, s'est éteint le 1er février après une longue carrière entièrement consacrée à des travaux scientifiques qui lui ont fait une légitime renommée.

» Né le 13 août 1819, Stokes commençait en 1837 ses études à l'Université de Cambridge. Dès l'année 1840, il réunissait autour de lui une sélection de jeunes étudiants, pour examiner en commun les problèmes les plus élevés de Physique mathématique. Plusieurs des membres de ce petit cénacle sont devenus célèbres et l'on a pu dire que, de 1840 à 1843, le premier laboratoire de physique des Universités anglaises était la chambre habitée par Stokes.

» En 1849, à l'âge de 30 ans, il fut appelé à occuper la chaire fondée en 1662 par E. Lucas pour « enseigner la tenue des livres et, en général, ce qui concerne le calcul ». Les derniers termes du texte ont permis d'élever singulièrement le caractère de cette chaire, qui fut occupée par Newton, et le titre de « Lucasian professor », après un devancier aussi illustre, est resté l'objet des plus grandes ambitions d'un savant.

» Stokes justifiait déjà, par des publications de premier ordre, la confiance en son mérite dont ce choix témoignait.

» Quoique bien armé par ses connaissances étendues sur les ressources de l'Analyse mathématique, au lieu de se restreindre aux recherches d'Analyse pure ou de Géométrie, il y voyait surtout un instrument précieux pour apporter la lumière et la rigueur des sciences exactes dans les problèmes de la Physique.

» Ses recherches ont porté principalement sur l'hydrodynamique, l'équilibre des corps élastiques et la théorie des phénomènes lumineux, devenue son domaine de prédilection, qu'il enrichit par une large contribution expérimentale.

» Ses premiers travaux, de 1842 à 1850, ont eu pour objet le mouvement des fluides visqueux et l'élasticité des corps solides, recherches particulièrement difficiles, dont il confirmait le résultat par les faits connus et par de nouvelles expériences. Ces beaux Mémoires fournissent la solution mathématique d'un grand nombre de problèmes aussi féconds par le progrès des méthodes d'analyse que par leurs conséquences pratiques. Nous nous bornerons à citer les titres suivants :

» Mouvement d'un fluide incompressible contenu dans un vase à section rectangulaire;

» Oscillations d'un globe dans un fluide visqueux renfermé dans une enveloppe sphérique ayant même centre que le globe en équilibre;

» Oscillations d'un cylindre circulaire indéfini dans un fluide visqueux illimité;

» Mouvement d'un fluide visqueux autour d'un globe animé d'un mouvement lent uniforme;

» Influence du frottement des fluides pour déterminer l'amortissement rapide des ondulations sur une nappe d'eau limitée et pour donner une longue persistance aux vagues océaniennes, après suppression du vent qui les a produites;

» Profil des vagues en mer profonde, avec la détermination des inclinaisons de la crête, en avant et en arrière, et du rapport de la dénivellation à la distance des ondes.

» Les recherches relatives au mouvement du pendule, où l'on doit faire intervenir, non seulement la perte de poids, mais aussi le frottement de l'air et l'influence des parois fixes qui limitent l'enceinte, ont une importance capitale pour la détermination de la gravité aux différents points du globe. Les expériences de Bessel et Baily ont confirmé l'exactitude de la théorie proposée par Stokes.

» On y trouve aussi la vitesse limite que peuvent atteindre des goutte-

lettes d'eau très ténues tombant dans l'air en chute libre, ce qui fournit une explication complète de la suspension des nuages. Cette propriété a été mise à profit dans les expériences récentes sur l'électrolyse et sur le rôle des ions.

» Dans l'intervalle, Stokes avait traité aussi plusieurs questions délicates relatives à la constitution de l'éther et à la propagation de la lumière.

» Les belles conceptions de Fresnel sur l'explication de l'aberration par l'entraînement des ondes lumineuses pouvaient paraître plutôt un trait de génie qu'une véritable démonstration.

» Dans une discussion prolongée avec des contradicteurs, Stokes a élucidé certains points, encore un peu obscurs, concernant l'influence du mouvement de la Terre sur les phénomènes optiques et justifié la théorie de l'illustre physicien français.

» On doit signaler encore divers travaux sur la théorie des bandes noires dans le spectre, sur la réflexion métallique et la détermination expérimentale d'une vibration elliptique, l'étude des anneaux colorés au voisinage de l'angle limite, où l'auteur fait rentrer dans la théorie de Fresnel la persistance singulière de la tache noire centrale lorsque les anneaux ont disparu après la réflexion totale.

» Dans le Mémoire « sur la théorie dynamique de la diffraction » communiqué en 1849 à la Société de Cambridge, Stokes constitue une théorie mathématique de la propagation du mouvement dans un milieu élastique homogène. Il y aborde le problème célèbre de la direction des vibrations dans un rayon de lumière polarisé et aboutit, avec Fresnel, à cette conséquence que les vibrations sont perpendiculaires au plan de polarisation. L'explication du bleu du Ciel par Stokes et lord Rayleigh conduit à la même conclusion.

» La diffraction par les réseaux semble permettre une vérification directe de cette propriété et plusieurs expériences ont paru la confirmer. Malheureusement, on ne peut guère réaliser le réseau pour ainsi dire théorique qui rendrait l'épreuve décisive. Les divergences constatées par divers observateurs proviennent de la superposition de phénomènes secondaires produits sur les traits mêmes du réseau et que Fizeau a mis en évidence. Des travaux ultérieurs, confirmant les idées de Stokes, paraissent aujourd'hui avoir mis hors de doute la direction des vibrations lumineuses.

» La diffusion de la lumière sur les surfaces dépolies ou dans les milieux troubles produit des phénomènes d'interférence dont on ne rendait compte

que d'une manière imparfaite, à cause du rôle mal défini des parties diffusantes. En développant, au point de vue mathématique et physique, l'explication donnée par Young et John Herschel, Stokes a montré que l'interférence ne peut avoir lieu qu'entre des rayons diffusés au même point, sans qu'il soit nécessaire de préciser l'altération commune qu'ils y ont éprouvée. C'est ce qu'on a souvent appelé le *principe de Stokes*.

» L'œuvre vraiment magistrale qui a jeté le plus d'éclat sur le nom de Stokes est son grand Mémoire *Sur le changement de réfrangibilité de la lumière*, communiqué en 1852 à la Société royale de Londres.

» Brewster et Herschel avaient remarqué une propriété singulière de quelques corps transparents, comme le spath fluor et certains liquides organiques.

» Exposées aux rayons solaires, ces substances présentent dans le voisinage des points éclairés une sorte d'illumination intérieure, d'apparence laiteuse, qui s'affaiblit peu à peu à mesure qu'elle pénètre dans l'épaisseur du corps et disparaît bientôt, comme si le faisceau lumineux épuisait son action dans un milieu résistant. Aucune explication n'en avait été donnée et le phénomène ne paraissait pas offrir d'intérêt théorique.

» Stokes a montré qu'il en est tout autrement; c'est la lumière éclairante qui est alors transformée. Une étude attentive des rayons incidents et des rayons dérivés qui rendent les corps *fluorescents*, par leur teinte ou leur longueur d'onde, lui a permis de constater que, dans la fluorescence, la longueur d'onde est plus grande, la période de vibration plus longue et la réfrangibilité moindre que celles des rayons primitifs. Le phénomène prend ainsi une importance théorique considérable, car toutes les modifications imprimées à la lumière par la réflexion, la réfraction simple ou double, la diffraction et la diffusion n'ont d'autre effet que de changer l'intensité, c'est-à-dire l'amplitude des vibrations, sans altérer la période.

» En outre, ces phénomènes, au lieu d'être extrêmement rares, présentent au contraire un caractère de généralité très étendu. La plupart des corps, naturels ou artificiels, sont fluorescents à des degrés divers. Des méthodes simples permettent de mettre en évidence cette propriété singulière. Comme conséquence de la *loi de Stokes*, les rayons ultra-violets du spectre sont les plus actifs pour la production de la fluorescence.

» Les lueurs fluorescentes s'éteignent rapidement, mais non d'une manière instantanée, après suppression de la lumière éclairante. Stokes s'empressait d'ailleurs de reconnaître qu'il avait été précédé en partie

dans cette voie par les expériences d'Ed. Becquerel sur la phosphorescence, qui ont permis de mesurer la durée résiduelle et l'extinction progressive de ces illuminations temporaires. Il existe peut-être quelques phénomènes observés ultérieurement où la période des rayons fluorescents serait plus courte que celle des rayons primitifs, mais ces cas exceptionnels n'enlèvent pas à la loi de Stokes son importance générale.

» On peut en rapprocher les phénomènes calorifiques. La chaleur rayonnante absorbée par les corps est restituée par eux au milieu ambiant, mais à une température plus basse que celle de la source initiale et avec une longueur d'onde plus grande; c'est une transformation analogue.

» L'intérêt de ces analogies a grandi à mesure que les idées de thermodynamique ont fait des progrès. Le principe de Carnot et la loi de Stokes doivent ainsi être associés quand on veut essayer de pénétrer la constitution mécanique et la transformation des radiations.

» Ces études relatives à la fluorescence ont conduit Stokes à la recherche des rayons particulièrement actifs situés au delà de la partie la plus réfrangible que fournit le spectre solaire.

» Dans un beau Mémoire *Sur le long spectre de la lumière électrique*, Stokes a constaté que les sources artificielles à très haute température possèdent des rayons beaucoup plus réfrangibles que la lumière solaire, au moins telle que nous la recevons après son passage dans l'atmosphère; on les révèle par la production des effets de fluorescence ou par leur action photographique. Cette découverte a ouvert aux physiciens un large champ d'études qui a presque triplé l'étendue des observations spectroscopiques. La région nouvelle ultra-violette renferme également des raies caractéristiques des vapeurs incandescentes et toutes les recherches ultérieures ont profité des méthodes d'observation indiquées par Stokes avec une rare sagacité.

» Nous avons dit que Stokes appréciait surtout l'analyse mathématique comme un instrument de recherches pratiques.

» C'est ainsi qu'un Mémoire remarquable sur la convergence des séries l'a conduit à étudier certaines séries dont les termes diminuent d'abord et qui deviennent ensuite divergentes, mais dont la valeur peut être déterminée avec une grande approximation par la discussion des premiers termes. Complétant alors une théorie esquissée par sir G. Airy, il a pu déterminer la position des cinquante premières franges d'interférence, ou arcs surnuméraires, qui accompagnent l'arc-en-ciel.

» Dans un autre ordre d'idées, à l'occasion du prix Smith, Stokes fit observer que le flux d'un fluide incompressible au travers d'une surface limitée par un contour déterminé doit être indépendant de la forme de la surface et défini uniquement par les propriétés relatives au contour, et il en fournit la démonstration. C'est une transformation d'intégrale de surface en intégrale linéaire, qui a pris une grande importance dans les problèmes d'électricité ou de magnétisme et qui a été l'une des bases de la théorie électromagnétique de la lumière fondée par Maxwell.

» Le rôle de Stokes ne s'est pas borné aux travaux que nous venons de rappeler. Nommé membre de la Société royale de Londres en 1851, il fut pendant trente ans Secrétaire et pour ainsi dire l'âme de cette compagnie. Sa curiosité s'étendait à tous les sujets de Physique et de Chimie. Les différentes commissions qui faisaient appel à son autorité ont largement mis à profit les idées qu'il leur suggérait.

» Dans la cité modeste de Cambridge, au milieu de pelouses verdoyantes, qui est si fière de son glorieux passé universitaire dont elle conserve les traditions un peu archaïques, Stokes était comme un patriarche scientifique, entouré d'affection et de respect, accueillant les jeunes travailleurs qu'il encourageait de ses conseils et de son appui, s'intéressant à toutes les choses nouvelles, où il était heureux d'apporter un concours personnel, comme dans cette circonstance récente où il publiait à Manchester une interprétation ingénieuse des rayons de Röntgen. Son existence fut celle d'un homme de bien, passionnément épris des conquêtes de la Science et s'oubliant volontiers lui-même pour le bénéfice du prochain.

» En 1899, on célébrait à Cambridge le cinquantième anniversaire de son entrée comme professeur à l'Université. Les Académies et les Corps savants du monde entier sont venus rendre hommage à son mérite et apporter leurs félicitations à sa verte vieillesse. L'Académie des Sciences a tenu à prendre part à cette cérémonie en décernant à Stokes la médaille Arago, qui lui fut remise par notre regretté Confrère M. Cornu.

» Tous ses compatriotes ont applaudi à la mesure justifiée par laquelle la Reine lui a conféré le titre de *Sir*. Sir George-Gabriel Stokes, Correspondant de l'Académie des Sciences pour la Section de Physique depuis 1879, avait été nommé Associé étranger en 1900. C'est une illustration perdue pour son pays et pour la Science. »

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — « Animal thermostat ». *Problèmes énergétiques soulevés par une Note de lord Kelvin, sur la régulation de la température chez les animaux à sang chaud. Conséquences de la permanence des processus producteurs de la chaleur de combustion : insuffisance des moyens de défense de l'organisme contre l'échauffement; place de la chaleur dans le cycle énergétique;* par M. A. Chauveau.

« Qu'il y ait le plus haut intérêt à étudier dans leur mécanisme, leurs effets, leur rôle, les phénomènes de fermentation, de dédoublement, de réduction qui se passent dans l'organisme animal, c'est de quoi je n'ai jamais douté. Avec tous les physiologistes, je l'ai toujours reconnu et ne cesserai de le proclamer. Du reste, je ne me suis pas fait faute d'exploiter moi-même tous les travaux dont ces phénomènes ont été l'objet. J'ai cru, avant de continuer l'étude que j'ai commencée dans la dernière séance, devoir faire cette déclaration nette, pour prévenir toute méprise au sujet des conclusions qui terminent ma première Note.

» J'ai été amené, dans ces conclusions, à reproduire l'idée qu'au point de vue thermogène, ces divers processus doivent sans doute se neutraliser réciproquement, parce que, dans le bilan général de l'énergie, prise à son état initial et amenée à son état final, suivant le principe de M. Berthelot, on ne trouve place, chez l'animal, que pour la chaleur de combustion du potentiel alimentaire réellement consommé; en effet, elle est toujours à peu près exactement équivalente à la chaleur totale, mesurée au calorimètre, qui est produite par les sujets d'expérience.

» Mais je n'ai pas voulu dire par là que l'étude du bilan thermique particulier de ces processus ne puisse avoir de l'importance au point de vue de la physiologie de la nutrition.

» Quand j'ai rappelé l'inutilité de leur introduction dans le bilan général de la dépense énergétique, l'occasion m'était offerte de faire une rectification de toute première importance, relative à la présence, dans le sang veineux et dans l'air expiré, des témoins de la pérennité du processus de la combustion. On supposait qu'il y a certaines circonstances où ils sont remplacés, plus ou moins complètement, par des processus de fermentation, de dédoublement et de réduction. C'était à tort. J'ai pu établir, dans ma première Note, la permanence des phénomènes de combustion dans lesdites circonstances. La détermination méthodique de la nature et de la

quantité des gaz du sang veineux et de l'air expiré ne laisse subsister aucun doute sur ce point.

» Cette permanence est aussi démontrée par l'échauffement qui se produit toujours dans ces mêmes circonstances, contrairement aux documents empruntés par lord Kelvin aux physiologistes anglais de la fin du XVIIIe siècle. Le moment est venu de traiter ce second point.

B. — La résistance des animaux chauffés a se mettre en équilibre de température avec le milieu chauffant.

» Ma première préoccupation doit être de faire voir que la Physiologie ou plutôt les physiologistes ont à se reprocher de n'avoir pas fourni à lord Kelvin tous les documents propres à lui montrer ce qu'il faut penser de l'existence même du phénomène de régulation pour lequel il s'est cru autorisé à proposer une explication.

» *a. Les limites respectives de la résistance à la réfrigération et de la résistance à l'échauffement.* — Si les animaux à sang chaud conservent à peu près intégralement leur température propre lorsqu'ils vivent dans un milieu aérien extrêmement froid, il en est tout autrement quand le milieu est au contraire plus chaud qu'eux. Par exemple, que la température de l'air extérieur soit inférieure de 60° à celle des sujets qui en sont entourés, ils pourront s'y entretenir en parfaite santé et leur température propre restera pour ainsi dire immuable. Si la température extérieure s'élève au contraire de 60° au-dessus de celle des animaux, *ceux-ci seront tués en un très petit nombre de minutes et, avant de mourir, s'échaufferont de plusieurs degrés au-dessus de leur température normale.* Ce manque de résistance à l'échauffement, qui fait contraste avec la merveilleuse aptitude de l'organisme à résister au froid, n'était pas inconnue du temps de Crawford. Mais son déterminisme rigoureux est dû aux belles recherches de Delaroche d'une part, de Cl. Bernard d'autre part.

» Il n'y a pas de fait mieux établi en Physiologie. On aurait tort toutefois d'en déduire que l'organisme animal, si bien protégé contre l'abaissement de la température extérieure, est dépourvu de moyens de défense contre son élévation.

» *b. Les processus de réfrigération.* — Ce ne sont pas ceux auxquels avait pensé Crawford. Mais ils n'en existent pas moins. Indiqués par Franklin dès le milieu du XVIIIe siècle, parfaitement étudiés dans l'œuvre de Delaroche, ces processus sont ceux des évaporations cutanée et pulmonaire. Leur efficacité, mise en suspicion par Cl. Bernard, n'est pourtant pas

douteuse, et les conditions dans lesquelles ils interviennent utilement sont universellement connues. Mais leur puissance est extrêmement limitée.

» *c. L'insuffisance des processus de réfrigération.* — Il n'arrive en effet que trop souvent, dans les conditions ordinaires de la vie de l'homme et des animaux, pendant les saisons chaudes, qu'ils succombent au *coup de chaleur*, leur température propre s'élevant alors de 5° à 6° au-dessus de la normale et cet excédent de chaleur produisant, sur le système musculaire en général et le cœur en particulier, l'effet toxique signalé par Cl. Bernard comme cause principale de la mort. Naturellement cet échauffement a d'autant plus de chances de se produire que l'air ambiant est plus saturé d'humidité.

» *d. Facilité avec laquelle on obtient l'échauffement toxique, par insuffisance des moyens de défense de l'organisme contre la chaleur ambiante.* — Pour mettre en défaut l'action régulatrice des agents de la réfrigération et provoquer la mort des animaux à sang chaud par surélévation de leur température propre, les expérimentateurs n'ont pas besoin d'un grand excédent de température du milieu ambiant. Delaroche même a montré que, *dans une étuve maintenue à 39° environ, c'est-à-dire à la température propre du sujet d'expérience (cochon d'Inde), celle-ci peut en moins de 1 heure s'accroître au point de dépasser de 4° la température de l'étuve.*

» Ce fait, qu'il est très facile de reproduire à volonté, présente la plus haute importance. Il nous mène loin de l'opinion des physiologistes anglais du XVIIIe siècle, sur la constance ou la quasi-fixité de la température des animaux qui vivent dans un milieu plus chaud qu'eux. Chez ces animaux, *qui n'ont plus besoin de faire de la chaleur*, la production calorique n'est pourtant pas arrêtée. *A fortiori*, ne font-ils pas de froid. *Il n'y avait donc pas à chercher si, dans le cas considéré, des processus de « deoxydation » se substituent aux processus d'oxydation, en vue de cette production de froid.*

» Telle est la conclusion de notre étude en ce qui concerne la question soulevée par lord Kelvin.

» Mais le fait sur lequel cette conclusion est établie en entraîne d'autres plus importantes, au point de vue de la théorie générale de l'énergétique biologique. Il est bon de formuler les propositions qui les expriment et de les réunir dans un ensemble.

C. — La destination immédiate et essentielle des combustions respiratoires et la place de la chaleur dans le cycle des transformations énergétiques, chez les animaux a sang chaud.

» *a. Dans les conditions de milieu qui s'opposent à toute déperdition calorique et suppriment ainsi tout besoin de production de chaleur sensible, pour la conservation de la température propre des animaux à sang chaud, les processus thermogènes ne sont jamais suspendus. Ils se continuent avec une telle constance qu'ils peuvent arriver à créer plus ou moins rapidement dans l'organisme, même malgré l'intervention des causes de réfrigération, l'excédent de température de* 5° *à* 6° C. *qui est, pour la vitalité des tissus, un énergique agent de destruction et de mort.*

» *b. Donc, malgré la place considérable que tiennent, dans la vie des animaux à sang chaud, l'entretien et la régulation de la chaleur animale, ce n'est pas là le but fondamental et essentiel en vue duquel s'établissent les processus de combustion mobilisateurs de l'énergie dépensée par l'organisme animal.*

» *Assigner, comme fonction immédiate à cette dépense, la production même de la chaleur animale équivaut à dire que la mobilisation de l'énergie est déterminée par le plus étonnant des caprices de la nature : cette mobilisation obéirait, en intervenant, à des exigences absolument divergentes. Sa destination serait, en effet, ou bien de créer le milieu thermique constant indispensable à la bonne exécution de tous les actes physiologiques, ou bien de rendre ces actes impossibles en donnant au milieu thermique une valeur élevée incompatible avec la conservation de la vie.*

» *c. On échappe à cette monstrueuse contradiction en attribuant sa véritable place à la chaleur dans le cycle énergétique et en la faisant dériver de l'énergie qui a servi à créer d'abord le travail physiologique constitué par l'état d'activité des tissus et des organes de l'économie animale.*

» *d. Dans cette conception du cycle énergétique, chez les animaux, l'énergie consacrée à l'entretien de la vie a pour destination primordiale et immédiate la création de cet état d'activité des tissus et des organes, c'est-à-dire leur travail physiologique, qui se produit incessamment et se détruit de même, en se tranformant immédiatement en chaleur, avec ou sans accompagnement de travail extérieur.*

» *e. Cette conception ne s'impose pas seulement en raison des caractères et des conditions de la production thermique dans l'économie animale. La place prise, dans la philosophie de la Science, par la notion de l'énergie ne permet pas d'admettre qu'aucun des signes de l'activité des éléments de l'organisme*

puisse être autre chose qu'une manifestation du métabolisme énergétique. On ne saurait donc comprendre le fonctionnement des organes et de l'organisme sans convenir que l'état d'activité des tissus ou leur travail physiologique, représente de l'énergie fugitivement et incessamment emmagasinée et qui reparaît de suite sous forme de chaleur.

» *f. Tous les systèmes organiques ne se prêtent pas à une constatation facile des relations qui existent entre le métabolisme énergétique et leur travail physiologique, à cause de la difficulté de saisir les phénomènes intimes qui constituent ce travail. Heureusement il est un de ces systèmes, celui que représente l'ensemble des tissus musculaires et qui est le grand consommateur d'énergie de l'économie animale, où le travail physiologique est parfaitement saisissable et se prête admirablement à l'étude des rapports qui le relient aux transformations énergétiques qu'il suscite.*

» *L'état d'activité du muscle se traduit, en effet, par les modifications que la contraction introduit dans les caractères et les propriétés physiques de l'organe et surtout par la force élastique qu'il acquiert. Or, il est facile de comparer dans le muscle en contraction fixe ou stérile :*

» 1° *La dépense énergétique concomittante, appréciée d'après la quantité d'oxygène absorbée dans les échanges respiratoires, témoins de l'activité des combustions;*

» 2° *L'intensité de la force élastique, c'est-à-dire du travail physiologique créé dans l'organe en même temps que cette dépense;*

» 3° *La chaleur produite pendant la durée du travail.*

» *Or, ces trois quantités sont toujours exactement proportionnelles entre elles. Les trois termes comparés se présentent comme si le troisième dérivait du second et le second du premier, subordination qu'exprime la formule*

Dépense énergétique = Travail physiologique = Chaleur.

» *g. Il n'y a aucune raison de penser que cette équation ne s'applique pas à tous les cas d'intervention du métabolisme énergétique dans l'économie animale, même à celui de la régulation thermique ascendante, quand la rigueur de la température extérieure exige une surproduction de chaleur et l'accroissement du potentiel alimentaire dont la combustion plus ou moins directe et plus ou moins complète pourvoit à cette surproduction thermique. Il arrive, en effet, que celle-ci coïncide avec une suractivité des travaux intérieurs, tel le frisson musculaire de Ch. Richet. Mais il n'y aurait, dans ce cas, rien d'illogique à ce que le potentiel énergétique se passât du travail physiologique intermédiaire avant de se transformer en chaleur. Il est probable que le fait se produit, tout*

au moins quand ledit potentiel, tel l'alcool, paraît être assez peu propre à pourvoir aux travaux physiologiques de l'organisme.

» *h. Ainsi, pour en revenir au travail musculaire, les organes qui l'effectuent se prêtent admirablement à la détermination des relations qui existent entre la valeur du travail physiologique et celle des manifestations énergétiques qui le précèdent ou qui en dérivent.*

» *Cette détermination a démontré que, d'une manière générale, la dépense énergétique consacrée à la création du travail physiologique, c'est-à-dire ce travail lui-même, trouve sa mesure dans l'intensité des processus de combustion du potentiel alimentaire qui représente l'énergie à l'état initial, ou dans la quantité de chaleur qui en est la représentation à son état final.*

» *i. La chaleur n'est donc pas un commencement, mais une fin, dans le cycle énergétique de la vie. Aussi, quelles que soient la quantité de chaleur dont l'organisme animal soit déjà en possession et la température qu'il présente, s'il a du travail physiologique à faire (et il en a toujours, l'activité de ses tissus et de ses systèmes n'étant jamais suspendue) les processus de combustion, sources de ce travail, continuent à intervenir et à accroître la provision de chaleur sensible. C'est une inévitable et fatale nécessité. Et alors l'accroissement thermique dépasse les limites étroites qu'il lui est donné d'atteindre sans danger; d'où la mort des tissus et des organes; ils en sont eux-mêmes les agents de par l'accomplissement de l'inexorable loi du mouvement de l'énergie engagée dans leur mise en activité.*

» *Le résultat, tout logique qu'il soit, n'en est pas moins désastreux. Mais la belle ordonnance de la circulation et de l'utilisation de l'énergie n'en apparaît qu'avec plus de vigueur.* »

M. **Laveran** présente, à propos de la Note de M. *Chauveau*, les observations suivantes :

« La régulation de la température se fait assurément mieux contre le froid que contre la chaleur, mais il est incontestable que la régulation de la température contre la chaleur se fait bien chez l'homme, dans de certaines limites; tous ceux qui ont habité les pays chauds le savent. A Biskra où j'ai séjourné, la température à l'ombre s'élève souvent en été à 40° et 45°; j'ai même observé une fois la température de 50° à l'ombre. Je prenais ma température régulièrement; la température des extrémités était de 38° environ et la température de l'aisselle restait à 37° ou 37°,5; la régulation thermique se faisait donc très bien. Je n'ai constaté, malgré ces tempéra-

tures si élevées, aucun fait de coup de chaleur chez l'homme; je dois dire que, chez certains animaux, chez les chiens par exemple, la régulation de la température contre la chaleur se fait moins bien que chez l'homme. Un exercice violent empêche la régulation; c'est ainsi que, sur les troupes en marche, les coups de chaleur sont si communs.

» Nous avons fait, M. P. Regnard et moi, des expériences qui démontrent l'influence de l'exercice sur les accidents produits par la chaleur. »

MÉDECINE. — Anopheles *et Paludisme.* Note de M. A. LAVERAN.

« La découverte du rôle des *Anopheles* dans la propagation du Paludisme devait provoquer, et a provoqué en effet, une vaste enquête sur les Culicides; il importait de rechercher si, dans toutes les localités palustres, il existait des Culicides et spécialement des *Anopheles;* il fallait aussi étudier les différentes espèces d'*Anopheles* et constater leur aptitude à la propagation des fièvres palustres. Depuis 1899 je poursuis, à ce sujet, des recherches dont j'ai publié, à plusieurs reprises, les résultats partiels; je crois utile de résumer aujourd'hui, dans un travail d'ensemble, les faits principaux qui se dégagent de cette enquête. Je remercie tous les Confrères qui ont bien voulu m'envoyer des échantillons de Culicides recueillis dans toutes les parties du monde; je remercie en particulier MM. Kermorgant et Vincent, Inspecteurs du Service de santé des troupes coloniales.

» EUROPE : *France.* — Pendant l'été de 1899 j'ai recueilli un grand nombre de Culicides aux environs de Montpellier et à Aigues-Mortes [1].

» Les environs de Montpellier sont salubres; sur certains points (à Lattes notamment) j'ai trouvé des Culicides en grand nombre, il s'agissait toujours de *Culex.*

» La ville d'Aigues-Mortes est salubre, mais l'endémie palustre règne encore avec une assez grande intensité dans la campagne voisine. Tous les Culicides capturés dans la ville étaient des *Culex* (*C. pipiens*); au contraire, dans plusieurs localités qui m'avaient été signalées comme insalubres, j'ai trouvé des *Anopheles;* il s'agissait, dans tous les cas, de *A. maculipennis* Meigen.

» J'ai examiné un grand nombre de Culicides capturés à Menton (Alpes-Maritimes), localité très salubre, je n'ai vu aucun *Anopheles.*

» Je n'ai pas trouvé non plus d'*Anopheles* parmi des Culicides capturés dans plusieurs quartiers de Paris.

» *Corse.* — M. Ferton, commandant d'artillerie, m'a envoyé en 1900 et 1901 des

---

[1] A. LAVERAN, *Paludisme et moustiques* (*Janus,* juin-juillet 1900, et *Soc. de Biologie,* 24 novembre 1900).

Culicides recueillis à Bonifacio ou aux environs. La ville de Bonifacio est salubre, mais, à proximité, on trouve des localités palustres; le camp de Monte Leone et la batterie de Bocca-di-Valle sont de ce nombre; or, tandis que tous les moustiques recueillis à Bonifacio appartenaient au genre *Culex*, les *A. maculipennis* étaient nombreux parmi les Culicides recueillis, pendant les mois de septembre et octobre, à Monte Leone et à Bocca-di-Valle (¹).

» Pendant le mois de septembre 1902, j'ai parcouru une partie de la Corse, j'ai visité surtout les régions de la côte orientale qui sont signalées, par tous les observateurs, comme les plus insalubres (²).

» Dans les gares de la ligne ferrée qui suit la côte orientale et dans les maisons de cantonniers voisines, j'ai fait une abondante récolte d'*Anopheles*; il s'agissait, dans tous les cas, de *A. maculipennis*. Sur les murs des chambres à coucher il était facile, en plein jour, de capturer des *Anopheles* ♀ ; ces Culicides étaient en grand nombre surtout dans les stations connues comme les plus insalubres : Biguglia, Tallone, Aléria, Alistro.

» Dans les habitations des gardiens et des pêcheurs de l'étang de Biguglia, les *Anopheles* sont très nombreux ; dans une baraque j'ai pris, en quelques minutes, 34 *A. maculipennis*.

» Cette abondance extraordinaire des *A. maculipennis* sur la côte orientale de la Corse est bien en rapport avec l'insalubrité de cette région.

» Deux localités de la Corse avaient été signalées comme très insalubres, malgré l'absence complète de moustiques : Lumio, village situé près de Calvi, et Ponte Leccia. J'ai visité ces localités en compagnie de M. le Dr Battesti et j'ai constaté qu'on y trouvait des Culicides, spécialement des *Anopheles*.

» *Espagne*. — M. le Dr J. Macdonald m'a envoyé de Rio Tinto de nombreux échantillons de Culicides. Les échantillons provenant de localités salubres se composaient uniquement de *Culex;* dans les échantillons provenant de localités palustres, les *Anopheles* étaient nombreux au contraire; trois espèces d'*Anopheles* ont été rencontrées : *A. maculipennis* en grand nombre et sur tous les points insalubres, *A. pictus* et *A. bifurcatus* (très rares) (³).

» *Grèce*. — M. le Dr Cardamatis m'a envoyé, au mois de novembre 1901, des échantillons de Culicides recueillis dans une localité palustre de la Grèce; j'ai noté l'existence de *A. superpictus* Grassi.

» ASIE : *Cochinchine*. — A Saïgon même, les *Anopheles* sont rares (⁴) et l'on trouve presque exclusivement *A. Rossi* Giles qui, d'après les recherches de Stephens et Christophers et de James (⁵), est peu dangereux au point de vue de la propagation

---

(¹) A. Laveran, *Soc. de Biologie*, 24 novembre 1900 et 20 avril 1901.

(²) A. Laveran, *L'assainissement de la Corse* (*Acad. de méd.*, 7 octobre 1902).

(³) Macdonald, *Mosquitos in relation to malaria* (*Brit. med. Journal*, 16 septembre 1899).

(⁴) A. Laveran, *Soc. de Biologie*, 29 novembre 1902 et 28 mars 1903.

(⁵) S.-P. James, *Scientif. mem. by officers of the med. and. sanitary dep. of the gov. of the India*, Calcutta, 1902.

du paludisme; parmi des Culicides capturés, au mois de décembre, à Saïgon j'ai trouvé quelques *A. sinensis* Wiedemann. Ces résultats sont bien d'accord avec ce que nous savons des conditions sanitaires de Saïgon; à côté de quartiers salubres, on observe des quartiers dans lesquels il n'est pas rare de contracter la fièvre palustre. Des *Anopheles* assez nombreux ont été capturés au mois de juillet dans la caserne d'artillerie de Saïgon qui est insalubre.

» Dans la banlieue de Saïgon, à l'hôpital indigène de Phu-My, des *A. Rossi* ont été trouvés en grand nombre.

» Le fort de Cholon est situé dans une région très insalubre de la côte; sur 85 Culicides capturés au voisinage du fort, au mois de janvier 1903, j'ai trouvé 24 *Anopheles* appartenant à deux espèces : *A. Rossi* et *A. sinensis*.

» Au cap Saint-Jacques (caserne et infirmeries), l'existence de *A. Rossi* a été notée.

» Parmi les Culicides (une douzaine) capturés au mois de juin 1902 dans l'île de Poulo-Condore, je n'ai vu aucun *Anopheles*.

» *Tonkin*. — A Hanoï, les moustiques abondent de janvier à avril, mais les *Anopheles* sont très rares, ainsi que les fièvres; pendant les mois de juillet et août les *Anopheles* sont nombreux (38 à 57 sur 100 Culicides, d'après M. le Dr Séguin), et, à cette époque, il n'est pas rare de contracter la fièvre.

» Les *Anopheles* recueillis à Hanoï se rapportent à *A. pictus* Lœw ou *A. superpictus* Grassi (1).

» Des Culicides provenant de That-Khé, près de Langson, et de Van-Linh (Haut-Tonkin) m'ont fourni des *Anopheles* en assez grand nombre : *A. pseudopictus* Grassi et *A. Vincenti* Laveran (2).

» Les fièvres du Haut-Tonkin qui règnent dans des contrées non marécageuses, mais couvertes par la brousse ou des forêts, ont été souvent désignées sous le nom de *fièvres des bois;* il n'est plus douteux aujourd'hui qu'il s'agisse de fièvres palustres.

» Dans un lot de Culicides recueillis à Than-Moï (Haut-Tonkin), j'ai noté des *Anopheles* en grand nombre; les Culicides étaient malheureusement en assez mauvais état, ce qui rendait la détermination difficile.

» *Annam*. — J'ai trouvé de nombreux *A. Rossi* parmi des Culicides capturés à Quinhon, localité insalubre, et sur les bords du fleuve Song-Ma, aux environs de Thanh-Hoa; les Culicides capturés dans cette dernière ville se rapportaient tous, au contraire, aux *Culex* ou aux *Stegomyia* (3).

» *Cambodge*. — Les Culicides que j'ai examinés provenaient de la région montagneuse et boisée située à l'ouest de Pursat; les fièvres dites *des bois* sont communes dans cette région. Les *Anopheles* étaient nombreux; ils appartenaient à deux espèces nouvelles que j'ai décrites sous les noms de *A. Martini* et *A. pursati* (4).

» *Yunnan* (*Chine*). — Les Culicides provenaient de différentes localités salubres ou insalubres; parmi les Culicides des localités insalubres, j'ai trouvé des *A. sinensis*, souvent en grand nombre (5).

---

(1) A. LAVERAN, *Soc. de Biologie*, 23 novembre 1901.
(2) A. LAVERAN, *Soc. de Biologie*, 23 novembre 1901.
(3) A. LAVERAN, *Soc. de Biologie*, 29 novembre 1902.
(4) A. LAVERAN, *Soc. de Biologie*, 12 juillet 1902.
(5) A. LAVERAN, *Soc. de Biologie*, 29 novembre 1902.

» *Amou Daria.* — M. le Dr Boris Chapiroff m'a envoyé des Culicides recueillis dans une région marécageuse et insalubre sur les bords de l'Amou-Daria (Asie centrale), les *Anopheles* étaient en grand nombre (1).

» AFRIQUE : *Algérie.* — Au mois d'octobre 1899, M. Sarthou, pharmacien militaire, m'a envoyé des Culicides recueillis : 1° dans des jardins d'Orléansville, salubres; 2° dans une ferme des environs d'Orléansville, insalubre. Dans le premier lot je n'ai trouvé que des *Culex;* le deuxième contenait, au contraire, des *A. maculipennis* assez nombreux (2).

» J'ai habité pendant plusieurs années Constantine, je connais donc très bien les endroits salubres et insalubres de la région, et j'ai pu écrire à M. le Dr Billet : « Cherchez au Bardo, cherchez sur les bords du Rummel, à la Pépinière et au Hamma, » vous devez trouver des *Anopheles* dans ces localités ». C'est en effet ce qui est arrivé; M. Billet m'a adressé des *A. maculipennis* recueillis dans le casernement du Bardo, bien connu pour son insalubrité, et dans une ferme située sur les bords du Rummel (3). Dans la ville de Constantine, qui est salubre, on ne trouve pas d'*Anopheles.*

» *Egypte.* — M. le Dr Cambouliu m'a envoyé des échantillons d'*Anopheles* de l'isthme de Suez; l'espèce la plus commune est *A. pharoensis* Theobald; deux autres espèces, plus rares, ont été bien décrites par M. Cambouliu (4).

» *Djibouti.* — M. le Dr Chabaneix a recueilli à Djibouti et dans les environs de cette ville, pendant les mois de février et mars 1901, des Culicides à l'état de larves ou d'insectes parfaits. Parmi les Culicides provenant de la ville de Djibouti, qui est salubre, je n'ai trouvé que des *Culex;* au contraire, les *Anopheles* étaient nombreux parmi les Culicides capturés à Amboulie et à Gahalmahen, localités palustres voisines de Djibouti (5).

» *Madagascar.* — L'insalubrité de Madagascar devait faire prévoir que les *Anopheles* se rencontreraient en grande abondance dans cette île; cette prévision a été pleinement justifiée.

» Le Dr Rasamimanana m'a envoyé en 1899 et en 1900 des Culicides recueillis aux environs de Tananarive; la plupart de ces moustiques appartenaient au genre *Culex,* mais il y avait aussi un certain nombre d'*Anopheles* d'une espèce nouvelle que j'ai décrite sous le nom d'*A. Coustani* (6).

» J'ai examiné un grand nombre de Culicides provenant de Diégo-Suarez ou du camp voisin d'Ankourik et j'ai constaté l'existence de nombreux *Anopheles.* Sur 30 Culicides recueillis le 6 avril 1902 au camp d'Ankourik, dans la chambre d'un lieutenant, il y avait 27 *Anopheles* et 3 *Culex* seulement. Les espèces dominantes sont,

---

(1) A. LAVERAN, *Soc de Biologie,* 12 juillet 1902.

(2) A. LAVERAN, *Janus,* juin-juillet 1900.

(3) A. LAVERAN, *Soc. de Biologie,* 20 avril 1901.

(4) CAMBOULIU, *Contribution à l'étude des* Anopheles *de l'isthme de Suez* (*Comptes rendus,* 1902).

(5) A. LAVERAN, *Soc. de Biologie,* 1er juin 1901.

(6) A. LAVERAN, *Soc. de Biologie,* 3 février 1900. *A. Coustani* a été trouvé aussi à la Réunion (L. DYÉ, *Arch. de Parasitologie,* 1902, p. 359).

comme sur la côte d'Afrique : *A. funestus* Giles et *A. costalis* Lœw; j'ai noté aussi l'existence de *A. superpictus* (1).

» *Sénégal.* — Sur 32 Culicides capturés à Hahn, au mois de septembre 1902, je compte 20 *Anopheles*, il s'agit dans tous les cas de *A. costalis*; Hahn est la localité la plus insalubre de la baie de Dakar. Parmi les Culicides capturés à Dakar même, je n'ai trouvé aucun *Anopheles;* de même à Gorée; Dakar et Gorée sont des localités salubres.

» L'abondance des *Stegomyia fasciata* au Sénégal est remarquable; elle explique la facilité avec laquelle les épidémies de fièvre jaune se répandent dans cette colonie (2).

» Océanie. — J'ai examiné de nombreux spécimens de Culicides provenant les uns de la Nouvelle-Calédonie et de Tahiti où le paludisme est inconnu, les autres des Nouvelles-Hébrides où il est endémique.

» Parmi les Culicides provenant de la Nouvelle-Calédonie (3) et de Papeete (Tahiti) je n'ai trouvé aucun *Anopheles;* au contraire, j'ai constaté que les *Anopheles* formaient plus de la moitié des Culicides recueillis à Faureville, île Vaté (Nouvelles-Hébrides); ces *Anopheles* appartenaient à une nouvelle espèce que j'ai décrite sous le nom de *A. Farauti* (4).

» Amérique. — Je n'ai reçu d'Amérique qu'un petit nombre de Culicides provenant du Brésil, de la Guyane et de la Guadeloupe; j'ai noté, ici encore, l'existence d'*Anopheles* quand les Culicides provenaient de localités palustres. Au Brésil et à la Guyane, l'*Anopheles* qui domine est *A. argyrotarsis* Rob. Desvoidy.

» En résumé, j'ai constaté l'existence des *Anopheles* dans toutes les localités insalubres que j'ai visitées et dans tous les lots de Culicides recueillis en pays palustre qui m'ont été envoyés; l'abondance des *Anopheles* dans une localité donnée s'est trouvée, presque toujours, en rapport direct avec la fréquence des fièvres palustres.

» Les *Anopheles* peuvent se rencontrer dans des localités salubres, ce qui s'explique facilement. Ces Culicides ne sont pas dangereux par eux-mêmes, ils ne peuvent transmettre le Paludisme qu'autant qu'ils ont l'occasion de s'infecter en suçant le sang de malades atteints de fièvres palustres. Cette occasion fait défaut dans les localités salubres de nos pays tempérés où l'existence d'*Anopheles* a été signalée. Il faut noter aussi que toutes les espèces d'*Anopheles* ne sont pas également aptes à propager le Paludisme et que la même espèce y est plus ou moins apte, suivant les conditions cli-

(1) A. Laveran, *Soc. de Biologie*, 1er mars 1901 et 31 janvier 1903.

(2) A. Laveran, *Soc. de Biologie*, 31 janvier 1903. Il est démontré aujourd'hui que les *St. fasciata* propagent la fièvre jaune.

(3) A. Laveran, *Soc. de Biologie*, 1er juin 1901.

(4) A. Laveran, *Soc. de Biologie*, 12 juillet 1902.

matiques. L'existence de localités salubres à *Anopheles* n'est donc pas en opposition avec les faits aujourd'hui très nombreux et très concluants qui montrent que les *Anopheles* sont les agents de propagation du Paludisme.

» La conclusion pratique à tirer de ces recherches est que désormais la défense contre les moustiques doit prendre une place des plus importantes dans la prophylaxie du Paludisme. »

MÉCANIQUE. — *Des ondes du premier ordre par rapport à la vitesse au sein d'un milieu vitreux, doué de viscosité, et affecté de mouvements finis.* Note de M. **P. Duhem**.

« Soient :

Σ la surface d'onde dans l'espace des a, b, c;
l, m, n les cosinus directeurs de sa normale;
$\mathfrak{N}$ sa vitesse de propagation;
S la surface d'onde dans l'espace des x, y, z;
α, β, γ les cosinus directeurs de sa normale.

» Supposons que $\mathfrak{N}$ soit différent de zéro. L'onde sera du second ordre en ξ, η, ζ et l'on aura, en tout point de la surface Σ, trois séries d'égalités dont la première est

$$(1) \qquad \frac{1}{l}\left[\frac{\partial^2 \xi}{\partial a\, \partial t}\right]_1^2 = \frac{1}{m}\left[\frac{\partial^2 \xi}{\partial b\, \partial t}\right]_1^2 = \frac{1}{n}\left[\frac{\partial^2 \xi}{\partial c\, \partial t}\right]_1^2 = -\mathfrak{N}\mathfrak{F}.$$

» Dans ces égalités, $[f]$ représente la différence $(f_2 - f_1)$ des deux déterminations, analytiquement distinctes, qu'une même grandeur f prend de part et d'autre de l'onde.

» Gardant les notations indiquées dans nos Notes du 19 janvier et du 2 février 1903 ([1]), nous pourrons écrire, en tout point de la surface S,

$$(2) \quad \begin{cases} \mathfrak{d}_1 = [\Delta'_1]_1^2 = -\mathrm{K}\mathfrak{N}(\alpha\mathfrak{X}_1 + \beta\mathfrak{Y}_1 + \gamma\mathfrak{Z}_1)(\mathfrak{X}_1\mathfrak{F} + \mathfrak{Y}_1\mathfrak{G} + \mathfrak{Z}_1\mathfrak{H}), \quad \ldots, \\ \mathfrak{g}_1 = [\Gamma'_1]_1^2 = -\mathrm{K}\mathfrak{N}[(\alpha\mathfrak{X}_2 + \beta\mathfrak{Y}_2 + \gamma\mathfrak{Z}_2)(\mathfrak{X}_3\mathfrak{F} + \mathfrak{Y}_3\mathfrak{G} + \mathfrak{Z}_3\mathfrak{H}) \\ \qquad\qquad - (\alpha\mathfrak{X}_3 + \beta\mathfrak{Y}_3 + \gamma\mathfrak{Z}_3)(\mathfrak{X}_2\mathfrak{F} + \mathfrak{Y}_2\mathfrak{G} + \mathfrak{Z}_2\mathfrak{H})], \quad \ldots, \end{cases}$$

où K est un facteur différent de 0.

» D'autre part, en chaque point de la surface S, on devra avoir trois

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 139 et 281.

égalités dont la première est

$$(3)\qquad [\nu_x]_1^2\alpha + [\tau_z]_1^2\beta + [\tau_y]_1^2\gamma = 0.$$

» Si l'on désigne par $\mathfrak{f}$ une forme quadratique composée avec $\mathfrak{d}_1, \ldots, \mathfrak{g}_1, \ldots$ comme la fonction dissipative $\mathfrak{F}$ est composée avec $\Delta'_1, \ldots, \Gamma'_1$, on voit sans peine que $[\nu_x]_1^2$ se tire de $\mathfrak{f}$ comme ν_x de $\mathfrak{F}$; alors, selon les formules (4) de notre Note *Sur la viscosité en un milieu vitreux* ([1]), les égalités (3) se transforment en trois égalités dont la première est

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned}
&\frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{d}_1}(\mathcal{X}_1\alpha + \mathcal{Y}_1\beta + \mathcal{Z}_1\gamma)\mathcal{X}_1 + \frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{d}_2}(\mathcal{X}_2\alpha + \mathcal{Y}_2\beta + \mathcal{Z}_2\gamma)\mathcal{X}_2\\
&\qquad\qquad + \frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{d}_3}(\mathcal{X}_3\alpha + \mathcal{Y}_3\beta + \mathcal{Z}_3\gamma)\mathcal{X}_3\\
&+ \frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{g}_1}[(\mathcal{X}_2\alpha + \mathcal{Y}_2\beta + \mathcal{Z}_2\gamma)\mathcal{X}_3 + (\mathcal{X}_3\alpha + \mathcal{Y}_3\beta + \mathcal{Z}_3\gamma)\mathcal{X}_2]\\
&+ \frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{g}_2}[(\mathcal{X}_3\alpha + \mathcal{Y}_3\beta + \mathcal{Z}_3\gamma)\mathcal{X}_1 + (\mathcal{X}_1\alpha + \mathcal{Y}_1\beta + \mathcal{Z}_1\gamma)\mathcal{X}_3]\\
&+ \frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{g}_3}[(\mathcal{X}_1\alpha + \mathcal{Y}_1\beta + \mathcal{Z}_1\gamma)\mathcal{X}_2 + (\mathcal{X}_2\alpha + \mathcal{Y}_2\beta + \mathcal{Z}_2\gamma)\mathcal{X}_1] = 0.
\end{aligned}\right.$$

» Si l'on multiplie respectivement ces égalités par $\mathcal{X}_1, \mathcal{Y}_1, \mathcal{Z}_1$ et si on les ajoute membre à membre, on trouve l'égalité

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned}
&\frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{d}_1}(\mathcal{X}_1\alpha + \mathcal{Y}_1\beta + \mathcal{Z}_1\gamma) + \frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{g}_3}(\mathcal{X}_2\alpha + \mathcal{Y}_2\beta + \mathcal{Z}_2\gamma)\\
&\qquad\qquad + \frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{g}_2}(\mathcal{X}_3\alpha + \mathcal{Y}_3\beta + \mathcal{Z}_3\gamma) = 0.
\end{aligned}\right.$$

» Deux autres égalités analogues s'obtiennent d'une manière semblable.

» Multiplions respectivement ces égalités (5) par

$$\begin{aligned}
&-\mathrm{K}\mathcal{M}(\mathcal{X}_1\mathcal{F} + \mathcal{Y}_1\mathcal{G} + \mathcal{Z}_1\mathcal{H}),\\
&-\mathrm{K}\mathcal{M}(\mathcal{X}_2\mathcal{F} + \mathcal{Y}_2\mathcal{G} + \mathcal{Z}_2\mathcal{H}),\\
&-\mathrm{K}\mathcal{M}(\mathcal{X}_3\mathcal{F} + \mathcal{Y}_3\mathcal{G} + \mathcal{Z}_3\mathcal{H})
\end{aligned}$$

et ajoutons membre à membre les résultats obtenus, en tenant compte des égalités (2); nous trouvons

$$\mathfrak{d}_1\frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{d}_1} + \mathfrak{d}_2\frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{d}_2} + \mathfrak{d}_3\frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{d}_3} + \mathfrak{g}_1\frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{g}_1} + \mathfrak{g}_2\frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{g}_2} + \mathfrak{g}_3\frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{g}_3} = 0,$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 2 février 1903, p. 281.

$\mathfrak{f}$ étant une forme quadratique, cette égalité équivaut à $\mathfrak{f} = 0$. D'ailleurs, $\mathfrak{F}$ étant une forme définie positive de $\Delta'_1, \ldots, \Gamma'_1, \ldots$, $\mathfrak{f}$ est une forme définie positive de $\mathfrak{d}_1, \ldots, \mathfrak{g}_1$; l'égalité précédente exige donc que l'on ait

$$(6) \qquad \mathfrak{d}_1 = 0, \quad \mathfrak{d}_2 = 0, \quad \mathfrak{d}_3 = 0, \quad \mathfrak{g}_1 = 0, \quad \mathfrak{g}_2 = 0, \quad \mathfrak{g}_3 = 0.$$

» Ces égalités (6) nous permettent d'écrire

$$2\mathfrak{d}_1(\mathcal{X}_1\alpha + \mathcal{Y}_1\beta + \mathcal{Z}_1\gamma) + \mathfrak{g}_3(\mathcal{X}_2\alpha + \mathcal{Y}_2\beta + \mathcal{Z}_2\gamma) + \mathfrak{g}_2(\mathcal{X}_3\alpha + \mathcal{Y}_3\beta + \mathcal{Z}_3\gamma) = 0.$$

» En vertu des égalités (2) et de la relation

$$(\mathcal{X}_1\alpha + \mathcal{Y}_1\beta + \mathcal{Z}_1\gamma)^2 + (\mathcal{X}_2\alpha + \mathcal{Y}_2\beta + \mathcal{Z}_2\gamma)^2 + (\mathcal{X}_3\alpha + \mathcal{Y}_3\beta + \mathcal{Z}_3\gamma)^2 = 1,$$

cette égalité devient

$$(7) \qquad \left\{ \begin{aligned} & -\mathrm{K}\mathcal{M}(\mathcal{X}_1\mathcal{F} + \mathcal{Y}_1\mathcal{G} + \mathcal{Z}_1\mathcal{H}) \\ & -\mathrm{K}\mathcal{M}(\mathcal{X}_1\alpha + \mathcal{Y}_1\beta + \mathcal{Z}_1\gamma) \\ & \quad \times [\ (\mathcal{X}_1\alpha + \mathcal{Y}_1\beta + \mathcal{Z}_1\gamma)(\mathcal{X}_1\mathcal{F} + \mathcal{Y}_1\mathcal{G} + \mathcal{Z}_1\mathcal{H}) \\ & \qquad + (\mathcal{X}_2\alpha + \mathcal{Y}_2\beta + \mathcal{Z}_2\gamma)(\mathcal{X}_2\mathcal{F} + \mathcal{Y}_2\mathcal{G} + \mathcal{Z}_2\mathcal{H}) \\ & \qquad + (\mathcal{X}_3\alpha + \mathcal{Y}_3\beta + \mathcal{Z}_3\gamma)(\mathcal{X}_3\mathcal{F} + \mathcal{Y}_3\mathcal{G} + \mathcal{Z}_3\mathcal{H})] = 0. \end{aligned} \right.$$

» Selon les égalités (2), la quantité entre crochets est $(\mathfrak{d}_1 + \mathfrak{d}_2 + \mathfrak{d}_3)$, quantité nulle selon les égalités (6); en outre, $\mathcal{M}$ est supposé différent de o; l'égalité (7) devient donc la première des égalités

$$\begin{aligned} \mathcal{X}_1\mathcal{F} + \mathcal{Y}_1\mathcal{G} + \mathcal{Z}_1\mathcal{H} &= 0, \\ \mathcal{X}_2\mathcal{F} + \mathcal{Y}_2\mathcal{G} + \mathcal{Z}_2\mathcal{H} &= 0, \\ \mathcal{X}_3\mathcal{F} + \mathcal{Y}_3\mathcal{G} + \mathcal{Z}_3\mathcal{H} &= 0, \end{aligned}$$

qui donnent

$$(8) \qquad \mathcal{F} = 0, \quad \mathcal{G} = 0, \quad \mathcal{H} = 0.$$

» Si donc la vitesse de propagation est différente de o, l'onde ne peut être du premier ordre par rapport aux composantes de la vitesse.

» *Les seules ondes du premier ordre par rapport aux composantes u, v, w de la vitesse qui puissent persister en un milieu vitreux affecté de viscosité sont des ondes qui séparent constamment les deux mêmes parties du milieu. Une telle onde est surface de discontinuité pour la densité ρ et pour les quantités* N_i, T_i. *Si le milieu est bon conducteur, elle est onde du premier ordre pour la température* T; *elle est surface de discontinuité pour cette variable, si le milieu est dénué de conductibilité.* »

RAPPORTS.

Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur.

(Commissaires : MM. les membres du Bureau : MM. Bouquet de la Grye, Hatt, Bassot, Lœwy; H. Poincaré, rapporteur.)

« La Commission chargée par l'Académie du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur s'est réunie le 9 mars dernier, pour entendre le Rapport de M. le Commandant Bourgeois sur les travaux effectués pendant l'année 1902.

» Il résulte malheureusement de ce Rapport que les mesures n'ont pu être menées aussi rapidement qu'on l'avait espéré l'année dernière et l'on peut évaluer dès aujourd'hui le retard à six mois environ.

» Ce retard est dû à deux causes principales et d'abord à des circonstances météorologiques exceptionnellement défavorables. Les sommets étaient constamment masqués par des nuages ou des brouillards qui rendaient les visées impossibles. C'est ainsi que M. le lieutenant Perrier a dû rester trois mois au poste du Mirador à l'altitude de 4000^m et presque constamment dans le brouillard. Pendant tout son séjour, pluies incessantes, horizon limité au camp même, un vent furieux qui faisait tout trembler dans la baraque. Au bout de 15 jours il n'avait pu mesurer qu'un seul angle sur 21, et il n'avait pas aperçu une seule fois le signal de Yura Cruz; dans les vallées qui séparent les deux signaux s'écoulaient sans interruption, comme dans un canal, des bandes de nuages venant de l'Est. Jusqu'au dernier jour, M. Perrier eut à lutter contre les mêmes difficultés. Enfin, sa persévérance fut récompensée et il put achever complètement en cette station la tâche qu'il avait à accomplir; on doit féliciter cet officier d'avoir mené à bien son travail dans de pareilles conditions et sans se laisser aller au découragement.

» Les autres brigades rencontraient les mêmes obstacles que celle du nord et leurs chefs faisaient preuve des mêmes qualités. A la Tacunga, M. Maurain ne pouvait observer qu'à de rares intervalles en profitant des éclaircies; un violent vent d'est, accompagné de rafales de neige, rendait le travail très pénible, arrachait les attaches du toit de la baraque d'observation et enlevait les tentes à plusieurs reprises. M. Lacombe, à la station

de Cahuito, restait plusieurs jours dans le brouillard et la neige sans pouvoir faire aucune observation. Dans toutes les stations d'ailleurs, les éclaircies permettant d'observer étaient très rares. M. Lallemand, qui dirigeait la brigade de reconnaissance et de construction des signaux, avait à opérer dans des terrains très difficiles. Il tomba dans une crevasse au Cotopaxi et resta alité trois semaines.

» Ces circonstances défavorables paraissent avoir un caractère exceptionnel, les reconnaissances ne les faisaient pas prévoir. D'ordinaire la saison des pluies est plus courte, et même dans les mois les plus mauvais, les observations restent quelquefois possibles pendant plusieurs heures de la journée. Faut-il rattacher ces mauvais temps persistants à la recrudescence d'activité volcanique qui s'est manifestée dans toute l'Amérique du Sud après la catastrophe de la Martinique? Les volcans de la Cordillère orientale, qui n'émettent en temps ordinaire qu'un peu de vapeur d'eau, rejetèrent à plusieurs reprises d'épaisses colonnes de fumée; il y eut des coulées de lave dans la chaîne occidentale; de fortes secousses sismiques se produisirent également. Ces manifestations volcaniques ne gênèrent pas directement les travaux de la mission, mais peut-être ne sont-elles pas étrangères aux phénomènes météorologiques qui lui ont été si préjudiciables.

» La seconde cause du retard est la destruction continuelle des mires par les Indiens et même par les blancs. Ces populations ignorantes s'imaginent que ces signaux sont placés là pour marquer l'emplacement d'un trésor, elles ne se bornent pas à abattre les piliers, mais elles fouillent profondément le sol tout autour, détruisant ainsi les repères que l'on s'efforce d'établir pour retrouver au besoin le centre du signal. Les avis du gouvernement, les mandements des évêques, les prédications des curés n'ont pu jusqu'ici empêcher ces destructions. On peut espérer que, grâce aux efforts des autorités équatoriennes et surtout au zèle éclairé de M. le Président de la République, elles deviendront de plus en plus rares. La nécessité de reconstruire les signaux, situés souvent à une forte altitude et dans des pays où les communications sont si difficiles, entraînait toujours de longs retards; mais ce n'est pas tout, il arriva plusieurs fois que le centre du signal détruit n'ayant pu être exactement déterminé, on a dû recommencer toutes les stations d'où ce signal avait été visé. C'est ainsi que la démolition de la mire de Chujuj, située au centre d'un polygone, a obligé de refaire entièrement quatre stations.

» Certains signaux ont été détruits jusqu'à trois fois et presque chaque rapport du capitaine Maurain mentionne une nouvelle destruction. L'un

des plus fâcheux de ces incidents a été la démolition simultanée de la mire astronomique du Panecillo, où se trouvait l'une des stations astronomiques principales, et du signal géodésique de Pambamarca. La station géodésique n'ayant pas encore été exécutée, il a fallu déterminer entièrement à nouveau l'azimut astronomique du côté Panecillo-Pambamarca sur l'horizon de Panecillo, opération primordiale qui avait été terminée en octobre 1901.

» On n'est pas sans inquiétude sur les signaux du côté Zagroun-Lanlanguzo, qui est le côté le plus méridional aujourd'hui mesuré; si ces signaux n'étaient pas respectés pendant le temps que vont encore durer les opérations du nord, on ne pourrait plus partir de ce côté pour continuer la chaîne vers le sud, et il faudrait certainement faire à nouveau plusieurs stations. Plusieurs officiers équatoriens attachés à la mission ont été envoyés de ce côté pour surveiller ces points et attirer sur la conservation des signaux l'attention des autorités politiques locales.

» Malgré toutes ces difficultés, nous avons la satisfaction de constater que les opérations ont été conduites dans des conditions qui nous donnent toute garantie d'exactitude. Nous n'aurons à regretter qu'un retard de quelques mois, d'où résultera sans doute un surcroît de dépenses, mais la valeur scientifique de l'œuvre ne laissera rien à désirer, c'est ce que va nous montrer l'examen détaillé des résultats.

» *Mesure des Bases.* — Nous avons dit, dans notre Rapport précédent, que deux bases ont été mesurées en 1901, une au centre, à Riobamba, mesurée d'abord à la règle bimétallique, et ensuite aux fils Jäderin; l'autre au nord, à El Vinculo, mesurée seulement aux fils Jäderin. Ces opérations ont été exécutées dans la campagne précédente, mais depuis elles ont été réduites, et ce sont les résultats de cette réduction que nous avons à examiner.

» La base fondamentale de Riobamba a été partagée en deux segments, et le segment sud a été mesuré deux fois; si nous comparons les deux résultats en nous servant de l'étalonnage fait à Breteuil en 1901, nous trouvons :

Première mesure	$3359^{\mathrm{M}}, 965\,162^{\mu},4$
Deuxième mesure......................	$3359^{\mathrm{M}}, 958\,520^{\mu},9$
Différence............................	$6641^{\mu},5$

soit $\frac{1}{506000}$ de la longueur du segment, ce qui est bien la précision qu'on doit attendre de semblables mesures.

» La valeur adoptée pour la base totale est

$$9380^{m},758868^{\mu},$$

mais ce chiffre pourra être très légèrement modifié à la suite du nouvel étalonnage qui vient d'être fait à Breteuil après le retour de la règle à Paris. Cet étalonnage a donné lieu aux observations suivantes. La règle avait été mesurée à plusieurs reprises pendant les années qui ont précédé le départ, et une dernière fois en 1901. On avait constaté une variation très légère, mais systématique. L'étalonnage du retour n'a pas montré une nouvelle variation dans le même sens; au contraire, la règle était revenue à sa longueur primitive.

» Il y aura lieu de discuter ces différents étalonnages, mais quel que doive être le résultat de cette discussion, le chiffre final n'en sera pas sensiblement affecté, car la différence entre les valeurs extrêmes correspond seulement à une incertitude de 2^{mm} sur la longueur totale de la base.

» La mesure avait été faite, en outre, deux fois encore au moyen de l'appareil Jäderin, et la comparaison présente un grand intérêt, car elle nous permet de nous rendre compte de la précision que l'on peut attendre de la nouvelle méthode qui a été seule appliquée à la base du nord. On s'est servi de deux fils, l'un dit A_2 en métal invar, l'autre dit B_1 en laiton; chaque portée était mesurée d'abord avec le fil A_2, puis avec le fil B_1, et pendant ce temps on prenait la température du thermomètre-fronde aux deux extrémités et au milieu de la portée. Les mesures obtenues avec l'invar et avec le laiton étaient séparément corrigées de la température. On calculait en outre, à titre de contrôle, la longueur de chaque portée, en la déduisant de la comparaison des longueurs mesurées avec l'invar et avec le laiton, et en faisant le calcul comme avec un appareil bimétallique. On n'a pas retenu, d'ailleurs, les nombres obtenus par cette dernière méthode, évidemment beaucoup moins précise, à cause de la faible dilatation de l'acier au nickel. La première méthode a donné :

Par le fil A_2	9380,755 32
Par le fil B_1	9380,741 42

» Les différences avec la mesure à la règle bimétallique ont été

Pour le fil A_2	$-3^{mm},5$ ou $\frac{1}{3200000}$
Pour le fil B_1	$-17^{mm},4$ ou $\frac{1}{500000}$

» Le résultat trop faible obtenu avec le fil B_1 semble tenir à ce que le laiton reste constamment au-dessous de la température ambiante; de sorte qu'en se fondant sur le thermomètre-fronde, on fait une correction trop forte.

» Il est évident que la concordance si complète des résultats ne peut être attribuée qu'à un heureux hasard; car si l'on compare les deux mesures faites dans le sens aller et dans le sens retour, tant avec le fil invar qu'avec le fil de laiton, on constate un écart notablement plus grand; c'est seulement la moyenne des deux mesures A_2 ou la moyenne des deux mesures B_1 qui se rapprochent d'une façon aussi extraordinaire de la longueur obtenue par la règle de Brunner.

» Cependant, si nous comparons les longueurs du segment sud obtenues par les deux méthodes, nous constatons la même concordance. La moyenne des deux mesures A_2 ne diffère que de $\frac{1}{300000}$ de la moyenne des deux mesures à la règle, et il semble que ce soit bien là la précision que permet d'atteindre la méthode Jäderin avec le fil invar. Avec le laiton, l'accord est moins bon quoique encore très satisfaisant.

» En résumé, avec la méthode Jäderin, on peut compter sur le $\frac{1}{100000}$ ou le $\frac{1}{200000}$, mais on a beaucoup plus de garanties avec l'acier Guillaume qu'avec le laiton.

» Les fils avaient été étalonnés sur une base de 24^m dans le jardin de don Pedro Lizzarzaburo avant l'opération et ils l'ont été de nouveau après. On a trouvé entre les deux étalonnages une différence de $\frac{1}{50000}$ environ, et diverses raisons portent à penser que l'une des bornes a dû recevoir un choc dans l'intervalle des deux mesures; les chiffres que nous venons de rapporter ont donc été déduits du premier étalonnage seul. Ce qui doit nous préoccuper, c'est que, pour la mesure de la base d'El Vinculo, on a dû se servir d'un étalonnage nouveau pris sur cette base suspecte; les étalonnages anciens n'ont pu servir, l'un des fils ayant subi un accident pendant les opérations. Il est donc important de s'assurer de la réalité de ce déplacement de la borne, bien que la base d'El Vinculo n'étant qu'une base de vérification, et ne devant pas intervenir dans les compensations, la précision de $\frac{1}{50000}$ puisse sembler très suffisante.

» Les fils Jäderin qui ont servi à l'Équateur ont d'ailleurs été ramenés au pavillon de Breteuil où ils seront examinés de nouveau.

» Une troisième base doit être mesurée à Payta dans la partie sud de l'arc, vers la fin des opérations. Comme l'emplacement choisi est sur une plage de sable au bord de la mer, l'emploi de la règle bimétallique semble

tout indiqué; il serait donc à désirer que cet instrument pût être renvoyé à l'Équateur, dès que seront terminés son réétalonnage et sa comparaison avec la règle égyptienne qui se font maintenant à Breteuil (¹). Les frais de transport seraient en tout cas tout à fait minimes. L'opération serait complétée par une mesure Jäderin, en emportant non plus deux fils de métaux différents, mais deux ou plusieurs fils en acier invar dont l'expérience a démontré la supériorité. Il serait à désirer que l'on emploie des appareils munis des derniers perfectionnements et que, par exemple, les réglettes de laiton soient remplacées par des réglettes en invar et les dynamomètres par des poids. Nous saurons ainsi définitivement à quoi nous en tenir sur l'exactitude de la nouvelle méthode, depuis les plus récents progrès qu'on a réalisés.

» *Observations astronomiques principales et secondaires.* — Cette partie du programme a pu être entièrement remplie. La latitude de Tulcan (station principale) a été terminée dès le milieu de février; la différence de longitude Quito-Tulcan a demandé plus de temps à cause du mauvais état du ciel, les soirées d'échanges de signaux télégraphiques comprennent deux soirées complètes à quatre positions communes aux deux stations, deux demi-soirées communes, plus cinq soirées comportant deux positions à une station et une seule à la station conjuguée. Le calcul de ces observations de longitude n'est pas encore terminé, mais les résultats paraissent satisfaisants.

» L'échange des observateurs n'étant pas possible, MM. Maurain et Perrier avaient déterminé leurs équations personnelles à Quito et les détermineront encore quand ils s'y rencontreront de nouveau.

» Les résultats des mesures de latitudes principales sont les suivants, tous calculs faits :

Payta	−5° 5′ 8″,6
Riobamba	−1.40. 0,9
Panecillo	−0.13.51,1
Tulcan	+0.48.25,6
Amplitude totale de l'arc	5.53.34,2
Amplitude du tronçon nord	2.28.26,5

» Le tronçon nord comportait deux stations astronomiques secondaires

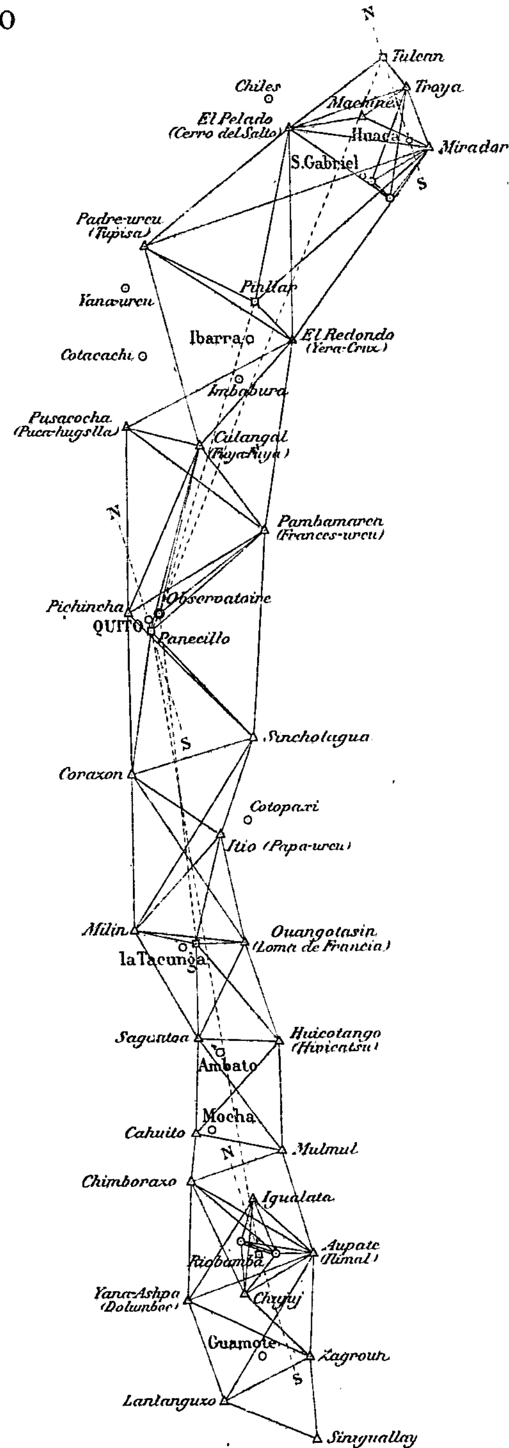
(¹) On pourrait aussi remplacer cette règle bimétallique par la nouvelle règle en acier au nickel récemment construite, si les essais faits avec cet appareil donnaient toute satisfaction.

ARC MÉRIDIEN DE QUITO

Partie Nord de la Triangulation

Signes conventionnels

Côté de la Triangulation	——
Base géodésique	○══○
Différence de Longitude	------
Azimut	-·-·-
Sommet géodésique	△
Station astronomique	□
Observatoire de Quito	⊙
Localités importantes	○
Sommets de montagnes	○



à la Tacunga et à Ibarra. M. le Capitaine Maurain décida de déterminer d'abord la différence de longitude de la station principale du Panecillo à l'observatoire de Quito, ce qui avait l'avantage de permettre de profiter de l'installation de cet observatoire et de la présence continuelle de M. Gonnessiat pour la détermination de la longitude des stations secondaires. A cet effet, M. Maurain détermina, avant le départ, sa différence d'équation personnelle avec M. Gonnessiat et observa ensuite la différence de longitude entre Quito et les deux stations secondaires, en trois soirées et en se servant d'un seul chronographe installé à Quito et sur lequel s'enregistraient les observations des deux opérateurs. Les communications télégraphiques pouvaient se faire sans relai.

» La latitude de la Tacunga fut déterminée en quatre soirées au cercle méridien; la moyenne générale provisoire est — 0°56′0″,97. Les résultats de l'observation de la latitude d'Ibarra ne sont pas encore réduits.

» *Opérations géodésiques.* — Les opérations astronomiques ont donc pu être terminées dans le délai prévu et le retard a porté exclusivement sur les opérations géodésiques proprement dites.

» Le tronçon nord, depuis le côté Zagroun-Lanlanguzo, comportait 30 stations entre les termes des deux bases; sur ces 30 stations, 6 ou 7 restent à faire. La brigade du nord a terminé le polygone qui entoure la base d'El Vinculo, sauf la station centrale de Machines; la brigade du sud, partie du côté Zagroun-Lanlanguzo au sud de Riobamba, a atteint le côté Pichincha-Pambamarca, au nord de Quito. Malheureusement on peut craindre, à cause des conditions climatériques, que quelques-unes des stations restantes ne donnent lieu à des difficultés analogues à celles que l'on a déjà rencontrées.

» Les angles azimutaux mesurés dans ces stations donnent une compensation très satisfaisante, l'erreur moyenne de fermeture des triangles déjà calculés est d'une seconde sexagésimale environ.

» *Distances zénithales.* — On sait qu'il n'a pas été possible, en général, de mesurer les distances zénithales réciproques et simultanées; mais on a obtenu partout les distances réciproques. Un premier examen de ces distances montre qu'elles sont bien concordantes, les réfractions semblent convenablement constantes, ce que la tranquillité des images permettait déjà de préjuger. De plus cela a été confirmé par des mesures rigoureusement simultanées faites par M. Maurain à Pambamarca et par M. Gonnessiat au Panecillo. Dans ces conditions, il est permis de compter sur un bon nivellement géodésique.

» *Latitudes de troisième ordre.* — L'attention des officiers de la mission avait déjà été attirée sur la nécessité de procéder aussi souvent que possible à des déterminations de latitude. Mais le théodolite à microscopes ne paraissait pas pouvoir être utilisé et d'autre part le cercle méridien était d'un transport difficile. Depuis un progrès considérable a été accompli et la mission a reçu des accessoires qui permettent l'emploi du théodolite à microscopes pour les mesures de latitude.

» Le capitaine Maurain, aussitôt après avoir observé au cercle méridien la latitude secondaire de la Tacunga, s'occupa de déterminer au théodolite une latitude de comparaison, afin de savoir quelle précision on peut attendre de cet instrument; les résultats lui ont paru suffisants pour qu'on puisse l'employer aux opérations en Cordillère; on peut compter sur la seconde ronde. C'est d'ailleurs ce que confirme la discussion des observations ultérieures; il y a toujours une différence systématique entre les étoiles nord et les étoiles sud, mais les écarts entre plusieurs soirées consécutives sont toujours très faibles.

» D'autre part, la mission va recevoir deux appareils Claude-Driencourt; cet appareil, qui a été décrit dans le *Bulletin astronomique*, tome XVII, comporte une plus grande précision et est très portatif; il pourra être utilisé dans les stations géodésiques qui restent à faire ou encore dans les localités où l'on devra se rendre pour les mesures du pendule.

» Un grand nombre d'observations de latitude du troisième ordre ont pu être faites au théodolite, une station au sud de Riobamba, une dans la région de Riobamba, deux autour de la Tacunga, trois autour de Quito (Pambamarca, Pichincha, Corazon), quatre autour de la base du nord.

» *Pendule.* — Cette partie du travail n'a pas fait de progrès; la station de Riobamba est réduite, il ne manque plus que la détermination définitive de la marche de l'horloge sidérale. Mais aucune mesure nouvelle n'a été faite. On hésite encore au sujet de l'instrument à adopter dans les stations secondaires. Le pendule Sterneck ne paraît pas présenter d'aussi grands avantages qu'on l'avait cru d'abord; M. Maurain avait songé à l'emploi de la nouvelle méthode thermo-barométrique qui a été employée sur l'Atlantique, mais il y a renoncé avec juste raison, car elle ne pourrait donner une précision suffisante. Toutefois le chef de la mission ne perd pas de vue cette importante question et nous pouvons être assurés qu'elle ne sera pas négligée.

« Les officiers qui sont actuellement à l'Équateur ne sont pas habitués

aux mesures pendulaires; elles ne pourront donc être reprises qu'après le retour de M. le Commandant Bourgeois. Il est donc à désirer que ce retour ne se fasse pas longtemps attendre.

» *Nivellement de précision.* — L'achèvement des travaux du chemin de fer jusqu'au plateau interandin va permettre de commencer le nivellement de précision entre la base de Riobamba et Guayaquil; les communications sont maintenant beaucoup plus faciles qu'au début des observations.

» *Travaux topographiques.* — Les officiers de la mission, grâce aux trop fréquents loisirs que leur laissent les brumes, ont levé au phototachéomètre, non seulement des tours d'horizon autour de chaque station, mais une carte au $\frac{1}{500000}$ de la région interandine. Une minute des environs de Tulcan, levée au $\frac{1}{100000}$ par le lieutenant Perrier et le Dr Rivet, a été tirée au Service géographique comme spécimen et envoyée à M. le Président de la République de l'Équateur.

» *Observations magnétiques.* — Des observations magnétiques ont été faites dans la plupart des stations; elles n'ont pas encore été réduites.

» *Sciences naturelles.* — M. le médecin aide-major Rivet a continué ses études relatives aux Sciences naturelles, il a fait de nombreux envois au Muséum et il a entrepris une étude anthropologique sur les races indiennes de la région interandine. Je profite de l'occasion pour rappeler que M. le Dr Rivet a pris une part active aux opérations géodésiques proprement dites et qu'il a été d'un grand secours à M. Perrier dans les stations difficiles où cet officier a observé.

» *Programme de* 1903. — M. le Commandant Bourgeois propose de consacrer l'année 1903 :

» 1° A l'achèvement des opérations du tronçon nord;

» 2° Aux observations géodésiques du tronçon sud ou tout au moins de la section Riobamba-Cuença, comprenant, outre les observations azimutales, la détermination de la latitude à la seconde ronde, à chaque station, si possible;

» 3° A la latitude secondaire de Cuença et la différence de longitude Cuença-Riobamba (ou Cuença-Quito, si l'on peut avoir entre ces deux stations une communication télégraphique sans relai);

» 4° Aux observations magnétiques, etc., dans les conditions générales prévues;

» 5° Au commencement du nivellement de précision;

» Il resterait, pour les années suivantes, la géodésie du tronçon Cuença-

Payta, la mesure de la base de Payta, les observations pendulaires, et le *rattachement, si possible, par des observations géodésiques de l'île de Puna à la chaîne méridienne, avec une station astronomique complète à Puna.*

» Ce programme nous paraît devoir être approuvé.

» *Conclusions.* — Il résulte de cet exposé que les officiers de la Mission, malgré les conditions difficiles où ils se sont trouvés placés, n'ont rien sacrifié de la précision scientifique la plus rigoureuse, et qu'ils ont accompli une œuvre de très haute valeur. Les longues journées d'attente dans la neige et le brouillard n'ont pas amené un instant de découragement, et le zèle, la constance et le dévouement des officiers et de tout le personnel ne se sont jamais démentis. Il y a lieu de féliciter ces vaillants pionniers de la Science de leur courage et des résultats obtenus.

» Nous insisterons une fois de plus sur l'importance des opérations pendulaires et nous devons remarquer que, dans une mission de cette importance, ces observations ne peuvent être confiées qu'à des officiers qui s'y sont rompus par une longue pratique. Ce n'est pas dans les conditions difficiles où nos missionnaires se trouvent placés et quand leur attention est distraite par d'autres soins de toutes sortes qu'ils peuvent faire un apprentissage aussi délicat. Aussi nous considérons comme capital, au point de vue du succès définitif, que M. le Commandant Bourgeois retourne en Équateur dans un délai aussi court que possible. Les autres opérations ne pourront d'ailleurs que gagner à la présence du Chef de la mission. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Principaux résultats de la mission de la Martinique,* par M. A. LACROIX.

« Après un séjour prolongé à la Martinique, durant lequel il m'a été permis de suivre pas à pas le développement de l'éruption en cours, je demande à l'Académie la permission de lui présenter un résumé succinct des principales données scientifiques acquises ainsi. Elles se rapportent à deux ordres de faits importants, sur lesquels elles jettent une lumière nouvelle. Les premiers sont relatifs à la constitution et au mode de formation d'une catégorie spéciale d'appareils volcaniques; les autres se rattachent aux phénomènes produits sous l'influence des agents volatils.

» Les appareils extérieurs résultant de l'action des éruptions volcaniques

peuvent être classés en trois groupes principaux, souvent mal délimités. Il faut distinguer en effet :

» 1° Les cônes à cratères, constitués par une série de couches de matières projetées, emboîtées les unes dans les autres, offrant parfois une double pente à l'intérieur et à l'extérieur et fréquemment consolidées par des filons ou des coulées de lave. C'est le type le plus répandu dans les régions volcaniques à laves basiques; il correspond à une série plus ou moins prolongée d'explosions répétées, de médiocre intensité.

» 2° Les cavités abruptes, environnées d'une sorte de rempart conique, les *caldeiras*, désignées autrefois sous le nom de *cratères de soulèvement*, par suite d'idées théoriques aujourd'hui abandonnées. Ces caldeiras, généralement de très grande dimension, sont le résultat immédiat d'une explosion exceptionnellement violente, accompagnée d'effondrement. Les parois intérieures des caldeiras sont à peu près verticales; elles montrent en coupe la tranche nette des roches volcaniques ou sédimentaires de l'ancien sol, découpé comme à l'emporte-pièce. A l'extérieur, la bordure des caldeiras est formée par un revêtement conique, constitué par l'accumulation des matériaux projetés (fragments de vieux sol et laves de formation contemporaine de l'explosion).

» Les caldeiras sont fréquentes surtout dans les éruptions de laves acides, mais peuvent aussi s'observer dans d'autres cas.

» 3° Un troisième type, beaucoup moins connu que les précédents, est celui que réalise l'éruption actuelle de la montagne Pelée. Il est constitué par l'accumulation d'un amas de lave sur l'orifice de sortie de la bouche souterraine du volcan. Il se produit dans les éruptions de laves acides [1] (trachytes, andésites, rhyolites). L'intérieur de l'amas est rempli de lave en fusion; celle-ci à cause de sa faible fusibilité y est très visqueuse. Sa surface est revêtue de blocs qui s'éboulent au fur et à mesure de leur solidification et qui lui constituent ainsi une sorte de carapace pierreuse. Il faut rapporter à ce type les *dômes* des volcans éteints, et en particulier ceux des trachytes de la chaîne de Puys.

» L'éruption de Santorin en 1866 a fourni pour la première fois aux observateurs l'occasion d'assister à l'édification d'un appareil de ce genre, auquel a été donné le nom de *cumulo-volcan;* mais le Georgios, en 1866,

---

(1) Il y aurait peut-être lieu de distinguer une autre catégorie, comprenant des sortes de cônes très surbaissés produits par des laves basiques très fluides émises sans violent dégagement gazeux : tel est le cas des volcans basaltiques des îles Sandwich.

s'étant rapidement transformé en volcan à cratère, l'on ignorait à peu près complètement la façon dont s'opérait l'évolution de cette sorte d'appareil volcanique et son mode de fonctionnement. On ignorait surtout l'origine des formes bizarres que peut affecter leur surface et dont Stübel a figuré de si beaux exemples réalisés par les volcans éteints de l'Équateur.

» Mes observations à la montagne Pelée fournissent une réponse à ces intéressantes questions. Elles montrent, dans ce cas particulier, que les laves et les produits volatils, bien qu'émanés de la même source, ont fonctionné presque entièrement d'une façon indépendante, malgré les effets grandioses développés par les unes et les autres.

» Dans les premiers jours de l'éruption de la Martinique, il s'est édifié dans l'ancien cratère (Étang-Sec) un amas de laves, dont nous n'avions pu discerner la signification exacte lors de notre premier voyage, par suite du brouillard. Les géologues américains, MM. Heilprin et Hovey, qui, plus heureux que nous, avaient pu entrevoir ce sommet, l'ont décrit comme constitué par un cône de débris. J'ai pu démontrer, dès mon arrivée au mois d'octobre ([1]), qu'en réalité cet amas est constitué non par des débris, mais par de la lave compacte et continue. Depuis lors, j'a suivi jour par jour les progrès de l'évolution de ce dôme en voie de formation, la production des aiguilles qui hérissent sa surface et surtout cette sorte de dent qui s'est formée à son sommet et domine aujourd'hui la crête de la montagne de plus de 300^m. Nous avons mesuré, toutes les fois que cela a été possible, les parties intéressantes de ce dôme; j'ai réuni un très grand nombre de photographies ou de dessins, montrant tous les stades de son ascension, qui était parfois de plus de 10^m par 24 heures; elle était souvent d'ailleurs compensée en partie par des éboulements.

» Le dôme s'accroît par apport de matière fondue venant de la profondeur, mais à l'aide de deux processus différents. Il y a d'abord afflux de lave visqueuse dans les fissures du cône, elle est visible la nuit grâce à son incandescence; il y a en outre soulèvement lent de toute la masse ou d'une partie de celle-ci seulement. La dent terminale, vue des bords du cratère, ne se présente plus avec la forme d'un obélisque aigu, comme lorsqu'on l'examine de la mer; elle est en réalité recourbée vers le sud-ouest, limitée du côté du nord, de l'est et du sud-est par une surface cylindrique, polie et striée verticalement par frottement. Son côté sud-ouest seul ne suit pas régulièrement le mouvement d'ascension des autres côtés, aussi s'écrase-t-il

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 672, 771, 992.

continuellement, en même temps que la courbure de la dent s'accentue; cela explique la structure de la partie sud-ouest, qui est ruiniforme, les éboulements qui s'y produisent sans trêve et la limite voisine de 1550^m que le sommet a atteint à plusieurs reprises, sans pouvoir la dépasser beaucoup (1568^m, le 13 mars).

» A Santorin, les matériaux incohérents produits par l'écroulement de l'amas en voie de formation cachaient celui-ci aux yeux des observateurs, l'ensemble méritait donc bien le nom de cumulo-volcan qui lui a été donné; mais, à la Martinique, grâce à la position topographique de l'amas, situé au sommet de la montagne, la plus grande partie des débris se formant chaque jour, roulent en bas des pentes très raides, soit dans la vallée de la rivière Blanche, soit dans la rainure du cratère et la roche massive est presque partout à nu.

» En résumé, il s'agit ici de la production d'un *dôme,* surmonté d'une aiguille de plus de 300^m de hauteur. Je l'ai vue surgir peu à peu, de manière à atteindre les bords du cratère, puis à donner à la Montagne Pelée une hauteur supérieure à celle de tous les volcans des Antilles, et cela, sans qu'aucun produit de projection ait contribué à son édification.

» Cette observation offre d'autant plus d'intérêt que le nouveau dôme s'est élevé au milieu d'une ancienne caldeira; peu à peu, il en comble la cavité, il s'est déjà soudé à sa paroi occidentale. On voit donc là l'exemple bien curieux de deux types volcaniques très différents d'âge et de mode de formation, greffés l'un sur l'autre et qui arriveront peut-être à se confondre, si la rainure du cratère vient à se combler complètement.

» La deuxième question sur laquelle l'éruption de la Martinique fournit des documents nouveaux est celle des *nuées ardentes*. On savait depuis longtemps que dans les éruptions anciennes de quelques volcans il s'était produit des nuages denses, à haute température qui, en rasant le sol, avaient étendu au loin leurs ravages, brûlant et asphyxiant les êtres vivants, détruisant la végétation sur leur passage [on peut citer, en particulier, les éruptions de San Jorge (Açores) en 1580 et en 1808]. On n'avait aucun renseignement positif sur leur nature et sur les actions mécaniques exercées par eux. Du reste, les récits auxquels ces phénomènes terrifiants avaient donné naissance, amplifiés encore par l'imagination populaire, laissaient planer les doutes les plus justifiés sur leurs caractères et sur leurs causes, et faisaient même suspecter leur réalité; la plupart des traités de Géologie sont muets sur leur compte.

» La production de nuées ardentes est l'un des traits essentiels de l'érup-

tion actuelle de la montagne Pelée : les nombreuses éruptions de ce genre que j'ai observées de près, d'octobre à février ([1]), m'ont permis de constater qu'elles sont produites par une projection dans une direction plongeante de gaz et de vapeurs, entraînant une énorme quantité de cendres et de blocs de l'andésite de formation actuelle ; elles partent actuellement de la base sud-ouest de la dent terminale du dôme, dont elles entraînent presque toujours une portion.

» Au cours des éruptions auxquelles nous avons assisté cet hiver, le trajet de ces nuages denses est resté constamment limité à la vallée de la rivière Blanche ; il est facile de démontrer qu'un phénomène du même genre s'est également produit dans les grandes éruptions ([2]) du 8 et du 20 mai, du 9 juillet et du 30 août, mais la nuée s'est alors étendue sur une surface beaucoup plus grande et s'est dirigée en partie sur la malheureuse ville de Saint-Pierre, déterminant d'abord, parachevant ensuite sa destruction.

» Le 30 août, les nuées ardentes ont même roulé sur toutes les pentes extérieures du cratère, comme cela a eu lieu dans les éruptions destructives de Saint-Vincent, étendant leurs ravages sur le Morne Rouge et l'Ajoupa Bouillon, bien que leur maximum d'action se soit encore produit vers le Sud-Ouest. Toutes ces grandes éruptions ont été, en outre, accompagnées de ces violentes projections verticales de cendres, de lapillis et de bombes, caractéristiques des types normaux d'éruptions volcaniques. Ces projections verticales, qui ont fait beaucoup de bruit et jeté la terreur dans l'île, n'ont cependant causé que de minimes dommages ; elles ont manqué aux éruptions de cet hiver : ce sont les nuées ardentes qui seules ont été destructives.

» Désormais, les principaux traits des nuées ardentes sont fixés et scientifiquement établis ; il est impossible, et il le sera peut-être toujours, de prévoir leur retour au cours d'une éruption ; mais, leurs allures étant connues, il est possible de se mettre en garde contre les dangers terribles auxquels elles exposent.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 216.

(2) L'éruption du 6 juin a été caractérisée par une nuée ardente s'écoulant seulement dans la vallée de la rivière Blanche ; elle a été accompagnée de projections verticales : la description de l'éruption du 9 juillet donnée par MM. Anderson et Flett, et l'examen que nous avons fait de ses produits ne laissent aucun doute sur l'identité complète de la nuée ardente de cette éruption et de celles de cet hiver.

» C'est dans ce but que j'ai conseillé de maintenir évacuées pendant longtemps encore toutes les pentes de la montagne Pelée, même à grande distance du cratère. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume portant pour titre « Niels Henrik Abel; Mémorial publié à l'occasion du centenaire de sa naissance »;

2° Le quatrième Volume de l' « Ampélographie, publiée sous la direction de MM. *P. Viala* et *V. Vermorel* ». (Présenté par M. Guignard);

3° Divers Ouvrages, se rapportant surtout à l'Anthropologie, adressés de Francfort-sur-le-Mein, par M. *B. Hagen*.

M. **R. de Forcrand**, élu Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété remarquable de plusieurs développements, souvent employés dans l'Analyse.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Émile Picard.

« Parmi les fonctions (d'une seule, de deux ou de trois variables indépendantes x, y, z), que nous désignerons, en général, par

$$V_1, V_2, V_3, \ldots, V_k, \ldots,$$

celles qui satisfont aux conditions

$$\int \varphi V_n V_m \, de = 0, \qquad \text{si} \qquad n \neq m, \tag{1}$$

sont le plus souvent employées pour le développement d'une fonction arbitraire f en séries infinies.

» Je désigne, dans l'intégrale de l'équation (1), par de l'élément infiniment petit d'un domaine quelconque (¹), auquel s'étend cette intégrale,

(¹) C'est-à-dire l'élément dx d'un intervalle quelconque (a, b), ou l'élément superficiel ds d'une surface donnée (S), ou l'élément $d\tau$ de volume du domaine, limité par (S), selon qu'il s'agit des fonctions d'une ou de plusieurs variables indépendantes.

par φ une fonction donnée, positive et ne s'annulant pas dans le domaine considéré.

» Rappelons, par exemple, dans le cas d'une seule variable :

» 1° Fonctions trigonométriques $\sin kx, \cos kx$ ($a = 0, b = 2\pi$); 2° fonctions de Bessel ou les fonctions ($a = 0$, $b = 1$)

$$P_{\mu,k}(x) = P_\mu(\lambda_k x) \qquad (k = 1, 2, \ldots),$$

où $P_\mu(x)$ est une fonction vérifiant l'équation différentielle

$$xP''_\mu + (2\mu + 1)P'_\mu + xP_\mu = 0,$$

μ étant une constante, λ_k désignant les racines positives d'une des équations

$$P_\mu(x) = 0, \qquad P'_\mu(x) = 0, \qquad xP'_\mu(x) - hP_\mu = 0,$$

h étant une constante, différente de zéro; 3° fonctions de Lamé; 4° polynomes de Tchébicheff et, en particulier, polynomes de Jacobi et les fonctions de Legendre; 5° fonctions V_k, définies par les conditions

$$\begin{aligned} V''_k + (\lambda_k p - q)V_k = 0, &\qquad a < x < b \qquad (b > a),\\ V'_k - hV_k = 0 &\qquad \text{pour} \qquad x = a,\\ V'_k + HV_k = 0 &\qquad \text{pour} \qquad x = b\ (^1), \end{aligned}$$

où p et q désignent les fonctions de x, positives dans l'intervalle (a, b), h et H deux constantes positives données, λ_k une constante positive bien déterminée.

» Dans le cas de deux ou trois variables nous signalons :

» 1° Fonctions sphériques; 2° produits de Lamé; 3° fonctions fondamentales dont j'ai démontré l'existence dans ma Note du 27 mars 1899 (*Comptes rendus;* voir aussi *Les méthodes générales*, etc. Kharkow, 1901); 4° fonctions fondamentales de M. H. Poincaré (*Acta mathemat.*, t. XX); 5° fonctions fondamentales de M. Ed. Le Roy (*Annales de l'École Normale*, 1897-1898); 6° fonctions, définies par les conditions

$$\Delta V_k + \lambda_k V_k = 0 \quad \text{à l'intérieur d'une surface donnée (S)},$$
$$\frac{\partial V_{ki}}{\partial n} + hV_k = 0 \quad \text{sur (S)}\ (^2),$$

(1) Voir mon Mémoire : *Problème de refroidissement d'une barre hétérogène* (*Annales de Toulouse,* 1901).

(2) Je me permets de ne pas expliquer les notations usuelles.

se réduisant aux fonctions harmoniques de M. H. Poincaré dans le cas limite de $h = \infty$; 7° fonctions universelles de M. A. Korn (*Comptes rendus*, 5 janvier 1903), et ainsi de suite.

» Toutes les fonctions indiquées satisfont aux conditions (1); nous entendrons maintenant par $V_k (k = 1, 2, 3, \ldots)$, une suite quelconque de fonctions tout à l'heure mentionnées ou, plus généralement, une suite quelconque, analogue à celle-ci.

» Soit maintenant f une fonction quelconque. Si cette fonction se développe en série procédant suivant les fonctions V_k, on aura

$$(2) \qquad f = \sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k, \qquad A_k = \int \varphi f V_k \, de \; (^1),$$

et, si cette série converge uniformément,

$$\int \varphi f^2 \, de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2.$$

» Soit maintenant f une fonction qui n'est que *bornée* et *intégrable* dans un domaine quelconque. Dans ce cas la série (2) n'a, en général, aucun sens, mais je puis énoncer ce théorème remarquable, susceptible de nombreuses applications importantes :

Théorème. — *Quelle que soit la fonction* f bornée *et* intégrable *dans un domaine quelconque, quelle que soit une autre fonction* ψ, intégrable *dans ce domaine, on aura toujours*

$$\int \varphi f \psi \, de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k B_k, \qquad B_k = \int \varphi \psi V_k \, de,$$

comme si les séries $\sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k$, $\sum_{k=1}^{\infty} B_k V_k$, *divergentes en réalité, étaient non seulement convergentes, mais encore uniformément convergentes.*

» Ici je ne puis qu'énoncer ce théorème, dont la démonstration détaillée fera l'objet d'un travail particulier. »

---

(1) Nous supposons, pour plus de simplicité, que $\int \varphi V_k^2 \, de = 1$.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une nouvelle transformation des surfaces à courbure totale constante.* Note de M. C. GUICHARD.

« On sait que, dans la recherche des surfaces à courbure totale constante, la principale difficulté réside dans l'intégration de l'équation

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u \, \partial v} = \sin\theta. \tag{1}$$

Si l'on connaît une solution de cette équation, on peut en déduire une infinité d'autres par la transformation Bianchi-Bäcklund. La transformation que je vais exposer est bien distincte de celle-là, car on prend comme point de départ *deux solutions quelconques* de l'équation (1).

» Si l'on considère les équations simultanées

$$\left\{\begin{aligned} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial u \, \partial v} &= \sin\varphi \cos\psi, \\ \frac{\partial^2 \psi}{\partial u \, \partial v} &= \sin\psi \cos\varphi, \end{aligned}\right. \tag{2}$$

on voit tout de suite que $\varphi + \psi$ et que $\varphi - \psi$ sont des solutions de (1), et que, inversement, si l'on a deux solutions du système (1) on en déduit une solution du système (2).

» Soit φ et ψ une solution du système (2); déterminons x et y par les équations

$$\left\{\begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial u} &= -\frac{\partial \psi}{\partial u} + m \sin(\varphi + x), \\ \frac{\partial x}{\partial v} &= -\frac{\partial \varphi}{\partial v} + \frac{1}{m} \sin(\psi + x), \end{aligned}\right. \tag{3}$$

$$\left\{\begin{aligned} \frac{\partial y}{\partial u} &= \frac{\partial \psi}{\partial u} - m \sin(\varphi + y), \\ \frac{\partial y}{\partial v} &= -\frac{\partial \varphi}{\partial v} + \frac{1}{m} \sin(\psi - y), \end{aligned}\right. \tag{4}$$

où m est une constante arbitraire; les deux valeurs de $\frac{\partial^2 x}{\partial u \, \partial v}$ déduites des équations (3) étant égales, le système (3) admet une solution renfermant une constante arbitraire. Si l'on prend comme inconnue $\operatorname{tang} \frac{x}{2}$, les équations (3) deviennent des équations de Riccati et, par conséquent, si l'on

connaît une solution particulière des équations (3) on peut en déduire toutes les autres à l'aide de quadratures. Il y a lieu de faire les mêmes remarques sur les équations (4) qui déterminent y.

» Cela posé, on déduit facilement de (3) et (4) :

$$2\frac{\partial^2 x}{\partial u\,\partial v} = \sin(\varphi + \psi + 2x) - \sin(\varphi + \psi),$$

$$2\frac{\partial^2 y}{\partial u\,\partial v} = \sin(\varphi - \psi + 2y) - \sin(\varphi - \psi).$$

Il en résulte que $\varphi + \psi + 2x$ et $\varphi - \psi + 2y$ sont de nouvelles solutions de l'équation (1). Ainsi donc, d'un couple de solutions de l'équation (1) on peut déduire une infinité d'autres couples.

» Si l'on prend comme point de départ ce nouveau couple de solutions $\varphi + \psi + 2x$ et $\varphi - \psi + 2y$, cela revient à remplacer φ et ψ par φ_1 et ψ_1, en posant

$$\varphi_1 = \varphi + x + y, \qquad \psi_1 = \psi + x - y.$$

On sera amené, pour continuer la transformation, à résoudre les systèmes

$$(3')\quad \begin{cases} \dfrac{\partial x_1}{\partial u} = -\dfrac{\partial \psi_1}{\partial u} + m\sin(\varphi_1 + x_1), \\ \dfrac{\partial x_1}{\partial v} = -\dfrac{\partial \varphi_1}{\partial v} + \dfrac{1}{m}\sin(\psi_1 + x_1), \end{cases}$$

$$(4')\quad \begin{cases} \dfrac{\partial y_1}{\partial u} = \dfrac{\partial \psi_1}{\partial u} - m\sin(\varphi_1 + y_1), \\ \dfrac{\partial y_1}{\partial v} = -\dfrac{\partial \varphi_1}{\partial v} + \dfrac{1}{m}\sin(\psi_1 - y_1). \end{cases}$$

On vérifie facilement que ces systèmes admettent la solution particulière $x_1 = -x$, $y_1 = -y$ et, par conséquent, on pourra résoudre ces équations à l'aide de quadratures. Donc :

» *Si l'on connaît une solution particulière de chacun des systèmes* (3) *et* (4), *on pourra poursuivre la transformation en effectuant seulement des quadratures.* »

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Une propriété des orbites fermées correspondant à des forces centrales.* Note de M. **Laisant**, présentée par M. Appell.

« Il y a déjà de longues années, j'ai publié (*Nouvelles Annales de Mathématiques*, 1877, p. 407) une Note où, par une méthode absolument élé-

mentaire, j'arrivais à déterminer le centre de gravité de l'orbite d'une planète, en supposant la densité proportionnelle en chaque point à l'inverse de la vitesse; matériellement, cela peut se figurer en supposant que la planète dans sa course abandonne *uniformément* une certaine quantité de matière qui se *fige* sur la trajectoire et forme ainsi un fil sans fin, une fois la révolution accomplie ([1]). Le centre de gravité dont il s'agit est situé au milieu G du segment compris entre le centre de l'orbite et le second foyer de celle-ci (j'entends par là le foyer qui n'est pas occupé par le Soleil).

» En examinant à nouveau ce résultat, j'ai reconnu qu'il n'est pas particulier à l'attraction newtonienne, ni à une orbite elliptique, mais qu'il s'étend, au contraire, à une orbite fermée quelconque (C) décrite sous l'action d'une force centrale. Je me borne à donner ici l'énoncé, la démonstration étant tout à fait simple, et résultant immédiatement de la Note précitée des *Nouvelles Annales*, ayant pour titre : *Sur le centre de gravité d'un polygone :*

» *Soient* (C) *la trajectoire fermée décrite par un point matériel sous l'action d'une force centrale;* S *le centre des forces;* O *le centre de gravité de l'aire de la courbe plane* (C); G *le centre de gravité de la ligne* (C), *en supposant que la densité soit en chaque point proportionnelle à l'inverse de la vitesse, on a* $SG = \frac{3}{2} SO$, *les trois points* S, O, G *étant en ligne droite.* »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une forme de la relation* $\varphi(p, v, t) = 0$ *relative aux fluides*. Note de M. **Honoré Moulin**, présentée par M. E.-H. Amagat.

« La formule de Van der Waals

$$p = \frac{RT}{v - \alpha} - \frac{k}{v^2} \tag{1}$$

a été souvent modifiée par les physiciens; les modifications ont, dans la plupart des cas, porté sur le dernier terme.

» Les faits expérimentaux peuvent être interprétés en admettant qu'aux pressions élevées, alors que le volume devient très petit, la tension des gaz

(1) Voir le Mémoire de Gauss, *Determinatio attractionis*, etc. (*Œuvres complètes*, t. III, p. 333).

ne dépend plus que de l'action cinétique des molécules, l'effet de l'attraction tendant à disparaître devant cette action.

» Dans la formule de Van der Waals, au contraire, quand v diminue ce serait le second terme du second membre, exprimant cette attraction, qui tendrait à devenir prépondérant. L'artifice de calcul qui consiste à ajouter un terme constant à l'expression du volume dans le dénominateur, s'il permet de retrouver à la limite la formule des explosifs

$$(2) \qquad pv = \frac{RT}{v - \alpha},$$

ne modifie pas le sens vers lequel tend chaque terme; ce n'est donc plus qu'un artifice susceptible de rendre la théorie discutable, plutôt que de lui apporter une consécration; il convient donc, je crois, que la puissance sous laquelle entre le volume au dénominateur du second terme soit d'ordre inférieur à celui où elle entre au premier.

» Ces considérations, appliquées à la formule que j'ai donnée dans un Mémoire dont l'extrait a paru aux *Comptes rendus* (t. CXXX, 1900, p. 1454), m'ont amené à modifier cette formule en en conservant l'esprit et à écrire

$$(3) \qquad p = \frac{a}{\omega^3} - \frac{b_1 \omega^2}{v^{\frac{2}{3}} \omega^2} + \frac{a_1}{v^{\frac{1}{3}} \omega}.$$

» Dans cette formule, ω^3 représente le rapport du covolume $(v - \alpha)$ au volume v; $a = RT$; b_1 est un nombre et $a_1 = R'T$, R' étant aussi un nombre.

» Comme conséquences immédiates de cette équation, qui fournit bien quand T varie les isothermes des diagrammes d'Andrews et de M. Amagat, j'indiquerai les suivantes :

» 1° Quand v est suffisamment petit, on retrouve bien la formule des explosifs (2).

» 2° L'équation conduit à la loi des états correspondants, puisqu'elle contient trois coefficients pour trois variables p, v, t.

» 3° La correction à apporter à cette loi, d'après ma Note du 28 mai 1900, subsiste sans modifications.

» 4° Si l'on écrit l'équation (3) sous cette forme

$$(4) \qquad pv = RT - b_1 (v - \alpha)^{\frac{1}{3}} + a_1 (v - \alpha)^{\frac{2}{3}},$$

la loi des pv minima est donnée de suite par la relation

$$(5) \qquad v = \alpha + \left(\frac{b_1}{2a_1}\right)^3.$$

» 5° L'équation (3) peut être mise sous la forme

$$(6)\qquad (p+\pi)\varphi\omega^3 = \mathrm{RT},$$

de laquelle on déduit facilement que la pression intérieure est

$$(7)\qquad \pi = \frac{b_1}{\varphi^{\frac{2}{3}}} - \frac{a_1}{(\varphi-\alpha)^{\frac{1}{3}}}.$$

» La courbe qui traduit cette dernière relation représente bien les lois de variation des valeurs de la pression intérieure que M. Amagat a déduites de ses expériences.

» La relation (3) est évidemment de la forme

$$p = f(\varphi)\mathrm{T} + f_1(\varphi),$$

elle exprime donc que le coefficient de pression $\frac{dp}{dt}$ est fonction du volume seul, conformément aux résultats obtenus par M. Amagat, M. S. Young, M. Barus et par M. Ed. Mack. »

OPTIQUE. — *Sur un nouvel appareil permettant de rendre horizontal l'axe optique d'une lunette.* Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Lippmann.

« 1. Les astronomes et les physiciens disposent actuellement d'un moyen sûr de rendre *vertical* l'axe optique d'une lunette, indépendamment de l'axe géométrique dont il est solidaire : ce moyen consiste à faire, grâce à un réticule se détachant sur un champ éclairé, de l'autocollimation au-dessus d'un bain de mercure : c'est ainsi qu'on détermine les directions opposées du zénith et du nadir sur les cercles méridiens.

» Mais, jusqu'à présent, on n'était en possession d'aucun moyen permettant de rendre un axe optique directement horizontal : il fallait toujours passer par le double intermédiaire de l'axe géométrique et du niveau à bulle, ce qui supposait le réglage du niveau, le réglage de la coïncidence des deux axes, et, enfin, le parallélisme de l'axe géométrique et de la ligne de foi du niveau.

» J'ai pensé que la méthode et l'appareil que voici pourraient résoudre simplement le problème.

» 2. Le principe de la méthode consiste à réaliser un plan *vertical* réfléchissant,

sur lequel on fait l'autocollimation de la lunette dont il s'agit de rendre l'axe optique horizontal.

» Pour cela, il suffit de suspendre un miroir à un support fixe par deux fils. Si le miroir est homogène et que son plan de symétrie coïncide avec celui des deux fils, sa surface réfléchissante sera verticale sous l'action de la pesanteur, et, par conséquent, une lunette autocollimée sur lui aura son axe optique perpendiculaire à sa surface réfléchissante, c'est-à-dire horizontal.

» Comme l'homogénéité d'une part, la symétrie de la suspension d'autre part, sont impossibles à réaliser pratiquement, voici la disposition que j'ai donnée à l'appareil :

» Le miroir M (*fig.* 1) est formé d'une glace épaisse à faces bien parallèles et argentées. Il est monté dans un cadre de bronze B, suspendu par deux rubans d'acier R, R', d'une épaisseur de $\frac{1}{10}$ de millimètre, et longs de 50^{cm}, dont un support de laiton AA', reposant sur un plan horizontal, pince les

Fig. 1.

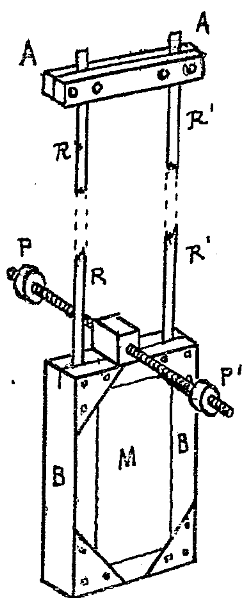
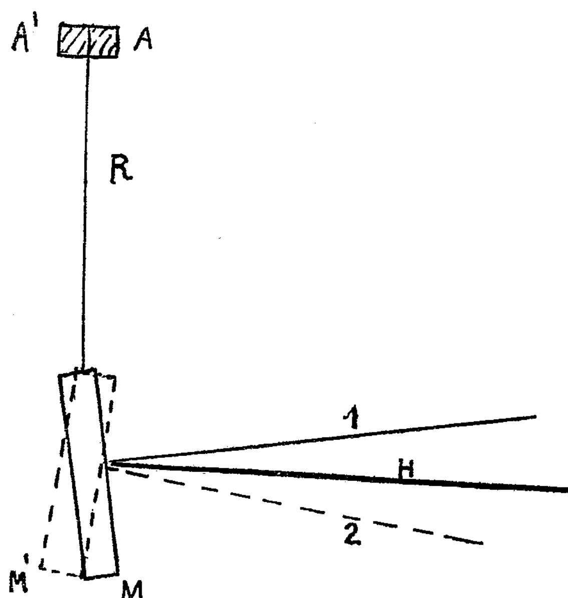


Fig. 2.



extrémités supérieures. A la partie supérieure du cadre de bronze se trouve fixée, perpendiculairement à ses faces, une tige filetée sur laquelle peuvent se mouvoir deux masses pesantes, p, p'.

» 3. Voici comment fonctionne l'instrument; par construction il est aussi symétrique que possible, sans cependant l'être d'une façon parfaite. Supposons donc que le miroir suspendu (*fig.* 2) ne soit pas vertical, mais

incliné, dans la position M. Je fais alors l'autocollimation de la lunette, et cette opération donne à son axe optique la direction 1.

» Cela fait, je retourne, sur son support, la pièce A *face pour face*. Ce miroir a ainsi tourné de 180°, et la face arrière est venue se placer en avant, dans la position M' indiquée en pointillé. Je fais de nouveau l'autocollimation, l'axe optique de la lunette prend alors une position 2; le déplacement qu'il faut donner au réticule se mesure par le micromètre.

» Il est évident que, si le miroir est à faces parallèles, l'horizontale H sera la bissectrice des deux positions 1 et 2; il suffira donc de donner au micromètre la moitié du déplacement précédent pour avoir un axe optique horizontal.

» Ce premier résultat étant acquis, il est, maintenant, facile de rendre le plan du miroir vertical. Il suffit, pour cela, d'agir sur les masses p et p', jusqu'à ce que l'autocollimation soit de nouveau réalisée pour la position H de la lunette, précédemment obtenue; le miroir est alors vertical.

» On peut, après cela, recommencer le retournement, pour préciser la direction H par approximations successives.

» J'ai opéré avec une lunette autocollimatrice, de 80^{mm} d'ouverture et de 80^{cm} de foyer; au troisième retournement, la coïncidence du réticule et de son image est définitive.

» On aurait pu craindre que les oscillations du miroir suspendu rendissent les réglages difficiles : on amortit aisément ces oscillations, soit par une palette fixée au miroir et baignant dans un liquide, soit plus simplement encore avec un petit ressort en forme de V formé d'une feuille de papier pliée en deux et au-dessus duquel le miroir oscille en le touchant. L'amortissement ainsi réalisé est parfait.

» Le cadre en bronze, pesant plusieurs kilogrammes, et l'appareil de retournement ont été construits avec une remarquable précision par M. Mailhat.

4. On peut donc rendre horizontal l'axe optique d'une lunette indépendamment de son axe géométrique. Il est à remarquer que *la précision avec laquelle cette horizontalité est obtenue est précisément celle avec laquelle se fait le pointé*. Cette méthode réalise donc l'*équilibre* si désiré entre les divers éléments d'une mesure physique.

» Si les faces du miroir ne sont pas parallèles, on détermine leur angle une fois pour toutes, et l'on en tient compte dans le déplacement du micromètre.

» Les applications de cette méthode permettront, entre autres choses : de rendre horizontal l'axe de la lunette d'un sidérostat; de vérifier la division des cercles méridiens correspondant à la direction perpendiculaire au zénith; d'étudier la flexion des lunettes, etc.; elles se prêteront aussi à la réalisation de diverses expériences de Physique terrestre et de Géodésie, pour lesquelles une direction horizontale est nécessaire. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude de l'électricité atmosphérique au sommet du mont Blanc* (4810^m) *par beau temps.* Note de M. G. **Le Cadet**, présentée par M. Janssen.

« En vue d'élucider certaines questions relatives à l'électricité de l'atmosphère, j'ai fait à l'observatoire du sommet du mont Blanc, sous les auspices de M. Janssen et pendant une période de beau temps par vent de sud, un séjour qui a duré du 31 août au 3 septembre 1902. Les expériences que j'y ai entreprises et dont j'ai l'honneur de communiquer les résultats à l'Académie, comprennent :

» 1° L'enregistrement continu de la variation diurne du *potentiel électrique* en un point de l'air au-dessus du sol, par rapport au potentiel du sol.

» 2° Une série de mesures directes de la *chute normale de potentiel* (voltmètre) entre deux points de l'air au-dessus d'une portion horizontale du sol neigeux du sommet.

» 3° Une série de mesures de la déperdition de l'électricité positive et de l'électricité négative dans l'air libre au voisinage du sol.

» 1. L'appareil enregistreur dont je me suis servi est, à quelques améliorations de détail près, celui que j'ai décrit précédemment (*Comptes rendus*, 1902, 1er semestre, p. 745). Je l'avais soigneusement installé dans la salle de l'Observatoire, prés de la paroi est, à travers laquelle passait la tige du collecteur à radium qui aboutissait à $0^m,25$ au dehors et à 1^m au-dessus de la neige durcie. La terre était prise au rocher de la Tourette. Les déviations de l'électroscope gradué, correspondantes à cette exposition, ont été continûment enregistrées du 1er septembre à 8^h30^m du soir au 3 septembre à 3^h30^m du matin.

» Considérée dans son ensemble, la courbe enregistrée (que je mets sous les yeux de l'Académie) conduit immédiatement à cette conséquence : *la variation diurne du potentiel électrique par beau temps, au sommet du mont Blanc, présente une oscillation simple avec un maximum de jour entre* 3^h *et* 4^h *du soir et un minimum de nuit vers* 3^h *du matin.*

» 2. Les mesures directes de la chute normale de potentiel ont été faites, après divers essais, au moyen de deux collecteurs à mèches, au-dessus d'une petite plate-forme de neige sur la croupe du sommet, à 20^m environ au sud-est de l'observatoire. J'ai pris toutes précautions pour me soustraire aux causes d'erreurs signalées par *Beundorf.* Le 2 septembre, j'ai fait 38 lectures de l'électroscope, de 7^h35^m à 11^h15^m du matin et 152 lectures de 12^h57^m à 5^h3^m du soir, ainsi qu'un certain nombre de lectures de l'hygromètre à cheveu et du thermomètre fronde.

» La courbe moyenne résultant de ces lectures présente, dans l'intervalle des

mesures, les mêmes inflexions générales que la courbe enregistrée et continue. On peut donc étendre à la variation diurne complète de la quantité mesurée en voltmètres les conséquences déduites des données de l'enregistreur et énoncer ainsi le résultat immédiat des déterminations précédentes :

» *Par le beau temps d'un régime estival de vent de sud, au voisinage de l'équinoxe d'automne, l'intensité du champ électrique au sommet du mont Blanc, mesurée près du sol par une chute normale de potentiel de* +600 *voltmètres, est soumise, dans son ensemble, à une oscillation simple avec un maximum (de* 900 *à* 1000 *voltmètres) entre* 3^h *et* 4^h *du soir et un minimum (de* 100 *à* 200 *voltmètres) vers* 3^h *du matin.*

» Ce résultat confirme la loi générale de la variation diurne du champ électrique terrestre déduite par M. A.-B. Chauveau (¹) de la discussion de ses observations au sommet de la tour Eiffel, loi que j'avais moi-même pressentie et dont j'ai signalé les conditions de manifestation sur le sol des plaines (²), à l'appui d'une théorie qui se ramène à celle de l'ionisation de l'atmosphère par le rayonnement solaire.

» 3. Pour les mesures de déperdition, je me suis servi d'un appareil d'*Elster et Geitel* (construit par la maison Günther et Tegetmeyer de Braunschweig) et j'ai suivi la méthode indiquée par ces physiciens. L'appareil était établi à 1^m au-dessus de la neige et à 10^m environ au sud de la cabane de l'observatoire. Le cylindre abri était relié au fil de terre.

» Le 2 septembre, j'ai effectué, de 8^h du matin à 5^h du soir, en même temps que les observations de chute normale de potentiel, 31 mesures de déperdition, 2 mesures du signe + alternant avec 2 mesures du signe —, et *vice versa*.

» J'ai calculé, pour chacune de ces mesures, la quantité *a exprimant, en valeur absolue, la perte pour cent, en une minute, de la charge originelle* et j'ai obtenu, par groupement des valeurs individuelles, la série suivante des valeurs simultanées de $a-$ et de $a+$ et du *rapport* $q = \frac{a-}{a+}$ *de la déperdition négative à la déperdition positive :*

Heures...	8^h48^m	9^h17^m	9^h46^m	10^h12^m	10^h39^m	11^h0^m	13^h15^m	13^h46^m	14^h13^m	14^h41^m	15^h7^m	15^h35^m	16^h1^m	16^h28^m
$a-$......	21,355	26,345	28,885	26,350	27,210	27,500	27,205	27,890	28,580	29,280	30,395	30,740	31,165	33,550
$a+$......	2,425	3,670	4,275	3,820	4,920	5,765	2,740	1,675	2,025	2,605	1,890	2,030	2,900	3,210
$q = \frac{a-}{a+}$.	8,81	7,18	6,76	6,90	5,53	4,77	9,93	16,65	14,11	11,24	16,08	15,14	10,74	10,45

» On voit qu'au sommet du mont Blanc la déperdition négative a été en moyenne 10 fois plus grande que la déperdition positive.

(¹) A.-B. Chauveau, *Étude de la variation diurne de l'électricité atmosphérique*, Chap. V, p. 110. Paris, 1902.

(²) G. Le Cadet, *Étude du champ électrique de l'atmosphère* (*A. F. A. S.*, Saint-Étienne, 26e session, 1897, p. 283).

» D'ailleurs, une série de mesures de comparaison que j'ai faites le 4 septembre au fond de la vallée (1050^m), avec le même dispositif et par une situation atmosphérique très peu différente, donne : a — moyen $= 5,9$; a + moyen $= 5,6$.

» Ces résultats, par leur sens général et leur ordre de grandeur, confirment les faits annoncés par MM. Elster et Geitel [1], en même temps qu'ils leur donnent une grande extension, et ils conduisent à cette conséquence importante : *La conductibilité apparente de l'atmosphère augmente avec l'altitude. Elle est sensiblement égale pour les deux signes au fond des vallées et présente, sur le sommet du mont Blanc, un caractère très nettement unipolaire.*

» J'ajoute que la variation du rapport q et la variation de l'intensité du champ électrique paraissent présenter entre elles une relation conforme à celle qui se déduirait d'une théorie de l'ionisation de l'atmosphère par la radiation solaire, en tenant compte des circonstances météorologiques observées et qui sont censées influer sur la mobilité des ions et sur l'intensité de la radiation. »

PHYSIQUE. — *Sur le dichroïsme magnétique des liquides.* Note de M. Georges Meslin, présentée par M. Mascart.

« A l'occasion de recherches sur le dichroïsme des cristaux, recherches dont je me propose d'entretenir prochainement l'Académie, j'ai réalisé un dispositif très sensible, qui permet de mettre en évidence cette propriété dans les corps qui la présentent à un faible degré et de la mesurer avec précision.

» En raison de la sensibilité de la méthode, j'ai cherché à constater ce dichroïsme dans des solides isotropes, dans des liquides purs ou dans des solutions à l'intérieur desquelles on créerait une dissymétrie, soit par un champ magnétique, soit par un champ électrique perpendiculaire au rayon lumineux traversant ces corps.

» J'ai obtenu dans ces conditions, à l'aide du champ magnétique, un dichroïsme mesurable pour la solution de bichromate de potasse dans l'essence de térébenthine, et pour la solution de ce même corps dans le sulfure de carbone.

---

(1) Elster et Geitel, *Terr. magn. and atm. el.*, Vol. IV, p. 224 et suiv. — *Annalen der Physik*, Bd. 2, 1900, p. 433.

» *Ces dissolutions, placées dans un champ magnétique, ont donc la propriété d'absorber inégalement la vibration parallèle au champ et la composante perpendiculaire à ce champ.*

» Pour ces corps, l'inégalité d'absorption se produit dans toute l'étendue du spectre; elle est indépendante du sens du champ, comme on pouvait le prévoir.

» L'essence de térébenthine, le sulfure de carbone, la solution de bichromate de potasse dans l'eau, ne m'ont pas jusqu'à présent manifesté cette propriété; s'ils la présentent, ils l'ont à un degré beaucoup moindre. Il en est de même du flint lourd coloré, du moins dans l'étendue des champs magnétiques que j'ai utilisés. Je n'ai également obtenu jusqu'ici aucun résultat avec les solutions de tartrate étudiées par M. Cotton au sujet de l'inégale absorption des rayons circulaires droits et gauches. »

PHYSICOCHIMIE. — *Sur les changements de couleur qu'éprouvent les iodures mercuriques aux diverses températures.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. J. Violle.

« Il est des corps qui présentent deux variétés cristallisées, de couleurs différentes, et qui se transforment l'une en l'autre à une température fixe, sous pression constante; tel est l'iodure mercurique. Au-dessus de 126°, sous la pression normale, la variété rouge quadratique se change toujours en cristaux orthorombiques jaunes, au contact d'un cristal jaune, et, inversement, au-dessous de 126°, la variété jaune se change en rouge au contact d'un cristal rouge. En l'absence d'un cristal de l'autre forme, la transformation peut ne pas se produire, il y a alors retard au phénomène dans un sens ou dans l'autre : *surchauffe* ou *surfusion* cristallines. Le retard qui présente le plus d'amplitude est celui qu'éprouve la variété jaune, surtout lorsque les cristaux sont isolés, petits, brusquement refroidis et soustraits ensuite aux contacts extérieurs et aux variations fréquentes de température. On peut en conserver, avec leur couleur jaune et leur forme orthorhombique, pendant des heures, des jours et même des années (j'en conserve, qui sont restés dans le vide, inaltérés, depuis 1897).

» Considérons la variété quadratique, stable à la température inférieure à 126° : elle a une magnifique couleur rouge à la température ordinaire; vient-on à la chauffer? sa teinte devient de plus en plus foncée, jusqu'à ce que la température s'élève à 126° ; alors, subitement, et quelquefois avec

un peu de retard, sa couleur devient d'un beau jaune serin et les cristaux quadratiques se transforment en orthorhombiques (¹). Si l'on continue l'action de la chaleur, la teinte change; elle devient graduellement jaune foncé, jaune orangé, puis orangé rouge dans le voisinage du point de fusion, au delà de 200°. Ces cristaux, abandonnés au refroidissement, présentent, en sens inverse, les nuances qu'ils avaient aux mêmes températures dans la période d'échauffement et, à 126°, au contact d'un cristal rouge, la transformation se produit à partir des points touchés, mais avec une certaine lenteur, à cause du dégagement notable de chaleur qui l'accompagne. En l'absence d'un cristal rouge, elle ne se produit pas immédiatement, même dans un milieu dont la température est beaucoup plus basse, et l'on observe alors que la teinte jaune vif pâlit de plus en plus.

» D'autre part, si au lieu de chauffer les cristaux rouges on les refroidit, on constate que la teinte rouge vif s'éclaircit graduellement et prend une nuance rouge orangé de moins en moins foncée.

» On peut aisément saisir ces variations de couleur et de nuance en fixant sur du papier une couche mince d'iodure mercurique délayée avec un peu d'eau légèrement gommée. On la chauffe en la plaçant dans le courant des gaz chauds d'une lampe et on la refroidit par un jet de gaz froid ou de chlorure de méthyle.

» Les savants qui ont mis en évidence les effets réfrigérants, sur divers corps, de l'air liquéfié, bouillant vers —192°, ont observé qu'en projetant ce liquide sur les cristaux rouges d'iodure mercurique, ils prenaient alors la couleur orangé pâle que présente la variété jaune lorsqu'elle est chauffée à une température supérieure à son point de transformation. Ils ont pu croire, d'après cette similitude de couleur, que la réfrigération intense produite par l'air liquide détermine sur l'iodure rouge le même effet que la chaleur ou bien provoque une nouvelle transformation de l'iodure ayant la même couleur que la variété orthorhombique jaune. L'étude précise du phénomène prouve que les choses se passent plus simplement.

» J'ai rappelé plus haut que l'iodure mercurique, rouge foncé à 126°, passe, en revenant à la température ordinaire, par des nuances de plus en plus claires; si l'on continue à le refroidir à —23° dans le chlorure de méthyle bouillant, puis à — 80° dans la neige carbonique délayée dans l'acétone, il prend les teintes orangé foncé, puis orangé plus clair et enfin dans l'air liquide il se fixe à la teinte orangé jaune. A cette basse température il

(¹) Warington, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. VII, p. 417.

ne change pas de forme cristalline et, si on l'abandonne à un réchauffement progressif, il revient en passant en sens inverse par les mêmes nuances à son état initial.

» Quant aux cristaux jaunes, il est aisé de suivre aussi leurs changements de teinte au-dessous de la température de transformation, jusqu'à la température de l'air liquide. Leur couleur, qui était jaune serin à 126°, pâlit très régulièrement à mesure que leur température baisse et dans l'air liquide ils sont sensiblement blancs.

» J'ai réalisé les expériences dans des tubes de verre très minces de quelques millimètres de diamètre qui se mettent rapidement en équilibre de température avec l'air liquide; j'y introduis l'iodure mercurique et je le fonds en étalant le liquide contre la paroi de manière à n'y laisser qu'une mince couche qui se solidifie. Deux tubes semblables étant préparés, j'ai chauffé l'un au delà de 126° et les ai immergés tous deux dans l'air liquide. Par refroidissement l'iodure rouge est devenu finalement jaune orangé et le jaune, presque blanc. Dans d'autres tubes j'ai chauffé l'iodure rouge en diverses régions de manière à former des couches alternatives rouges et jaunes, et les ai immergées dans l'air liquide; les parties rouges sont devenues, comme précédemment, jaune orangé, et tranchaient nettement sur la teinte blanche des régions primitivement jaunes. J'ai mis dans un autre tube une solution chaude d'iodure dans la paraffine : après solidification de la paraffine l'iodure resta jaune, j'en insolai une partie pour la transformer en rouge ([1]) et j'immergeai le tube dans l'air liquide; la région rouge devint jaune orangé et trancha nettement, par sa couleur, sur le blanc de l'autre partie du tube.

» Il résulte de ces expériences que les deux variétés d'iodure mercurique se comportent, sous l'influence des réfrigérations les plus énergiques, comme le feraient deux corps différents et que l'iodure rouge quadratique ne se transforme pas en iodure jaune orthorhombique. J'ajouterai que ces deux variétés colorées présentent des teintes de plus en plus claires à mesure qu'on les refroidit, remarque faite récemment par M. Moissan à l'occasion de ses observations sur le fluor et le soufre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les dérivés de l'acide plombique.* Note de M. Alb. Colson, présentée par M. G. Lemoine.

« MM. Hutchinson et Pollard ont les premiers déterminé exactement l'action des acides sur le minium et décrit le tétracétate de plomb

([1]) Kastle et Reed, *American chemical Journal*, t. XXVII, p. 109.

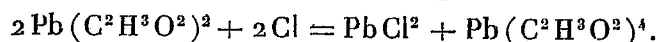
dès 1893. J'ai retrouvé toutes leurs conclusions sans connaître leur Mémoire (¹); elles ne laissent aucun doute.

» *Action du chlore sur les sels normaux de plomb.* — Quand on emploie le minium pour faire le tétracétate de plomb, le tiers du métal seulement est utilisé; les deux autres tiers se changent en acétate ordinaire. J'ai tenté de transformer ce sel résiduaire en dérivés de l'acide plombique par l'action du chlore. A cet effet, j'ai refroidi et traité par le chlore sec la liqueur acétique résultant de la transformation du minium en tétracétate. Je n'ai pas tardé à obtenir un précipité abondant de chlorure $PbCl^2$ mélangé de tétracétate; de sorte que ma tentative a réussi. Toutefois, on pourrait objecter que le tétracétate obtenu est celui qui préexiste dans la solution et qui devient insoluble quand l'acétate neutre se change en chlorure de plomb. Pour lever cette objection, j'ai recommencé l'expérience sur une solution acétique d'acétate de plomb ordinaire et j'ai retrouvé les mêmes résultats.

» Pour isoler le tétracétate, on filtre à la trompe et l'on reprend la partie solide par l'acide acétique bouillant qui dissout peu de chlorure de plomb et qui dépose par refroidissement le tétracétate. Ce dernier se purifie très suffisamment par une nouvelle cristallisation dans l'acide acétique, ainsi que je l'ai constaté par des dosages alcalimétriques et par des analyses organiques.

» L'eau que renferme la dissolution acétique d'acétate de plomb, et qui résulte soit de l'eau de cristallisation de ce sel, soit de l'action de l'acide acétique sur les oxydes de plomb, ne semble pas intervenir dans la réaction, car celle-ci se produit également bien quand on ajoute à la liqueur un excès d'anhydride acétique.

» La réaction du chlore sur les sels de plomb en liqueurs acides paraît, en conséquence, se faire conformément à l'équation :



$$2Pb(C^2H^3O^2)^2 + 2Cl = PbCl^2 + Pb(C^2H^3O^2)^4.$$

» Cette réaction constitue pour les dérivés tétraplombiques un procédé de préparation qui non seulement est avantageux, mais qui, en outre, s'applique au cas où les sels normaux et les sels tétraplombiques correspondants ne sont pas séparables par différence de solubilité. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une préparation du sulfure de zinc et du sulfure de cadmium cristallisés.* Note de M. **Georges Viard**, présentée par M. G. Lemoine.

« *Sulfure de zinc.* — En faisant passer de la vapeur de chlorure de zinc diluée dans du gaz carbonique sur certains sulfures métalliques, il se produit par double échange du sulfure de zinc cristallisé.

(¹) Hutchinson et Pollard, *Transact. of the chemical Society*, t. LXIX, 1893, p. 212. — A. Colson, *Comptes rendus*, 16 mars 1903.

» Le sulfure qui m'a donné les meilleurs résultats est le protosulfure d'étain. Le dispositif employé consiste à placer dans un tube de porcelaine parcouru par un courant lent de CO^2 deux nacelles contenant l'une le chlorure de zinc, l'autre le sulfure d'étain. On chauffe d'abord cette dernière et, quand elle est arrivée au rouge, on chauffe le chlorure de zinc qui se vaporise et vient réagir sur le sulfure d'étain : le chlorure stanneux formé se dégage en vapeur avec l'excès de chlorure de zinc. La température n'a pas besoin d'être très élevée. Après refroidissement on trouve la nacelle qui contenait SnS hérissée d'aiguilles dont la longueur peut atteindre plusieurs millimètres. Elles sont parfois incolores, le plus souvent légèrement ambrées, quelquefois enfin jaune paille. Examinées au microscope, elles sont formées de prismes empilés les uns sur les autres; sur quelques-unes on peut voir nettement un prisme hexagonal surmonté d'une pyramide. Leur analyse concorde avec la formule ZnS.

» Le sulfure d'antimoine réagit aussi sur la vapeur de $ZnCl^2$ et fournit du ZnS cristallisé; mais son emploi n'est pas à recommander : il se volatilise plus facilement encore que le sulfure d'étain, de sorte que, si on le chauffe trop vite, il peut disparaître de la nacelle avant d'avoir réagi sur $ZnCl^2$ et alors le ZnS qui se forme dans le tube est bien difficile à recueillir.

» *Sulfure de cadmium.* — Le sulfure de cadmium cristallisé s'obtient par des procédés exactement semblables : en faisant passer de la vapeur de chlorure de cadmium entraînée par un courant lent de CO^2 sur du sulfure d'étain contenu dans une nacelle, on la trouve, l'opération terminée, remplie de cristaux dendritiques parmi lesquels on distingue au microscope des lamelles hexagonales et aussi des prismes terminés par des pyramides; on a parfois des aiguilles formées de pyramides superposées. La couleur de ces cristaux varie du brun rouge au jaune orange. Leur analyse concorde avec la formule CdS.

» On peut faire la même préparation en remplaçant le sulfure d'étain par le sulfure d'antimoine; l'inconvénient signalé plus haut subsiste, mais atténué, et l'on peut obtenir d'assez belles aiguilles en partant de ce sulfure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des bases alcalino-terreuses sur les sels alcalino-terreux des acides pyrogallolsulfoniques* [1]. Note de M. **Marcel Delage**, présentée par M. A. Ditte.

« Si à une dissolution aqueuse, froide, d'un pyrogallolmonosulfonate ou disulfonate de baryte, de strontiane ou de chaux, on ajoute graduellement, au contact de l'air, respectivement une dissolution de baryte, strontiane

---

(1) Voir aussi *Comptes rendus*, 20 août 1900, 18 février 1901, 29 juillet 1901 et 23 mars 1903.

ou chaux, on observe la formation de substances colorées. Les réactions qui prennent naissance au contact de ces corps sont d'une grande complexité et le résultat varie généralement avec la quantité et la nature de la base ajoutée et du sel employé, la plus ou moins longue exposition, la température, la nature du dissolvant, etc.

» On peut réussir, en se plaçant dans des conditions identiques, à obtenir, aux dépens des deux acides, mono ou disulfonique, par l'action des trois bases, baryte, strontiane et chaux, un groupe de six substances colorées bien définies, formant une série régulière de corps dont les propriétés analogues (facilité de formation, solubilité, etc.), varient régulièrement avec le nombre des groupes sulfoniques de l'acide générateur et le poids moléculaire de la base employée.

» La solubilité de ces composés dans l'eau et dans l'alcool est d'autant plus forte que le poids moléculaire de la base est plus faible et le nombre de groupes sulfoniques de la molécule moins grand. Les mêmes relations ont été observées pour les pyrogallolsulfonates alcalino-terreux que j'ai décrits dans les Notes précédentes. Elles sont également vraies pour les sulfates. C'est ainsi que le dérivé calcique du monosulfonate de calcium, soluble dans l'eau et dans l'alcool, ne peut être précipité que par l'addition d'éther, alors que les corps intermédiaires sont plus ou moins solubles dans l'eau, mais non dans l'alcool, et que le dérivé barytique du disulfonate de baryum est complètement insoluble dans l'eau.

» Les acides dissolvent complètement ces substances en les décolorant et donnant un liquide jaune. Ces dérivés sont amorphes et forment des précipités plus ou moins floconneux qui, à l'état sec, se présentent sous forme de poudres colorées. On ne peut les qualifier de matières colorantes proprement dites, à cause de leur trop facile oxydabilité à l'état humide; si l'on cherche à les précipiter sur la laine ou la soie, les écheveaux, d'abord colorés, prennent une teinte sale qui vire très rapidement au vert, puis au jaune.

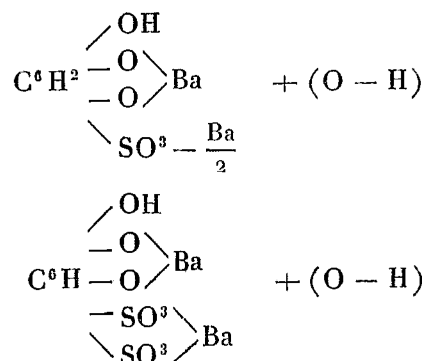
» La couleur de ces composés varie du bleu franc au violet franc. Assez altérables à l'air quand ils sont humides, surtout en présence d'un excès d'alcali, ils se conservent au contraire sans altération lorsqu'ils sont gardés en flacon bouché en suspension dans le liquide alcoolique dans lequel ils ont pris naissance, mais surtout lorsqu'ils sont secs.

» Leur mode de formation, rapproché des résultats fournis par l'analyse, conduit à considérer ces substances comme les dérivés d'oxydation du pyrogallolsulfonate employé, dans lequel deux fonctions phénoliques sur trois seraient saturées par la base alcalino-terreuse. Ces composés colorés ne se forment en effet pas en l'absence de l'air. On peut remarquer que la facilité avec laquelle l'oxygène de l'air est absorbé lors de leur formation croît, comme l'insolubilité, des dérivés mono aux dérivés disulfoniques et de la chaux à la baryte.

» Le mode d'oxydation, la place de l'oxygène absorbé dans la molécule,

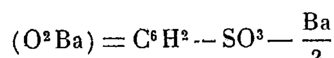
sont encore trop insuffisamment élucidés, pour permettre de donner une formule complète de structure de ces corps. Je me bornerai provisoirement à indiquer dans les formules l'intervention d'un atome d'oxygène remplaçant un atome d'hydrogène et à tenir compte de ce facteur $(O - H = 15)$ dans le calcul des poids moléculaires et des pourcentages.

» Les substances colorées obtenues appartiennent donc aux deux types suivants pris pour exemples :



l'un correspondant aux dérivés monosulfoniques, l'autre aux dérivés disulfoniques.

» Pour dénommer ces composés d'une façon commode, nous tiendrons compte du nombre des groupes sulfoniques et de molécules de base monovalente (ou de demi-molécules de base bivalente), contenus dans 1^{mol} du composé. Ainsi le corps :



$$(O^2Ba) = C^6H^2 - SO^3 - \frac{Ba}{2}$$

sera le pyrogallol-monosulfonate tribarytique. On pourrait appliquer la même règle aux sulfonates eux-mêmes et appeler, par exemple, le sel générateur du corps cité plus haut *pyrogallol-monosulfonate monobarytique*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Les chaleurs de combustion des composés organiques, envisagées comme propriétés additives. Carbures.* Note de M. P. LEMOULT.

« Les chaleurs de combustion moléculaires des divers carbures pris dans leur état actuel, peuvent être calculées en faisant la somme de *chaleurs de combustion élémentaires* constantes relatives à certains groupements convenablement choisis. Les divers systèmes qui ont été proposés jusqu'ici pour établir des calculs de ce genre reposent sur l'adoption d'une valeur déter-

minée pour l'atome de C supposé isolé, d'une valeur analogue pour l'H supposé isolé et de trois valeurs relatives aux valences simples, doubles ou triples (DIFFENBACH, *Zeitschrift für physikal. Chemie*, 1890, p. 566).

» Considérons chaque atome de carbone C = 12 comme formé de quatre atomes élémentaires *c* inséparables, les carbures contiendront des groupes $c - c$ et des groupes $c - \mathrm{H}$ ($\mathrm{H} = 1$); admettons que chaque groupe $c - c$ donne un appoint de 51^{Cal} et chaque groupe $c - \mathrm{H}$ un appoint de 53^{Cal} à la chaleur de combustion et représentons ces conventions par $c - c = 51^{\mathrm{Cal}}$, $c - \mathrm{H} = 53^{\mathrm{Cal}}$; la chaleur de combustion du propane fixée expérimentalement à $528^{\mathrm{Cal}},4$ sera

$$2c - c + 8c - \mathrm{H} = 2.51 + 8.53 = 526^{\mathrm{Cal}}.$$

» Deux conséquences dérivent de ces conventions :

» 1° Les carbures isomères ont la même chaleur de combustion.

» 2° La différence entre deux homologues consécutifs est de 157^{Cal}.

» On sait que ces deux lois ont été vérifiées dans un grand nombre de cas, avec une approximation de l'ordre du $\frac{1}{200}$; nous allons voir que l'accord entre les valeurs calculées et les valeurs trouvées expérimentalement atteint presque toujours et dépasse souvent cette limite, lorsqu'on étend la comparaison à *tous les carbures déterminés jusqu'ici* et pour lesquels on a adopté les valeurs données par M. Berthelot (*Thermochimie : Données et lois numériques*, t. II, p. 788 et 789) et les déterminations publiées après ce Recueil.

	Mesuré.	Calculé.	App^{on}.		Mesuré.	Calculé.	App^{on}.
Méthane	213,5	212	$\frac{1}{140}$	Hexane (dipropyle)	991,2	997	$\frac{1}{170}$
Éthane	372,3	369	$\frac{1}{110}$	Hexane (diisopropyle)	998,9	997	$\frac{1}{520}$
Propane ou isopropane	528,4	526	$\frac{1}{220}$	Heptane	1152,3	1154	$\frac{1}{670}$
Butane	687,2	683	$\frac{1}{150}$	Octane normal	1313	1311	$\frac{1}{650}$
Triméthylméthane	687,2	683	$\frac{1}{150}$	Décane	1624	1625	$\frac{1}{1625}$
Pentane et tétraméthylméthane	844,7	840	$\frac{1}{180}$	Hexadécane	2558	2564	$\frac{1}{420}$
				Eikosane	3182,5	3192	$\frac{1}{300}$

» La chaleur de combustion moléculaire $[Q_s]_n$ d'un carbure saturé à n atomes de carbone se représente par $[Q_s]_n = 157n + 55$ (Droite I).

» *Carbures éthyléniques.* — Aux groupes $(c - c)$ et $(c - \mathrm{H})$ ajoutons le groupe $c^2 = c^2$ correspondant aux doubles liaisons avec la valeur 130 différente de 2.51.

	Éthylène.	Propylène.	Isobutylène.	Amylène.	Hexylène.	Isodibutylène.	Diamylène.
Mesuré	341,1	499,3	650,2	811,3	960,6	1252,5	1596,2
Calculé	342	499	656	813	970	1284	1598
Approximation.	$\frac{1}{380}$	$\frac{1}{710}$	$\frac{1}{110}$	$\frac{1}{470}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{880}$

» *Carbures acétyléniques et carbures à plusieurs liaisons multiples.* — Adoptons pour le groupement $c^3 \equiv c^3$ correspondant à la liaison acétylénique la valeur 210 et admettons que quand plusieurs liaisons multiples (doubles ou triples) se trouvent simultanément dans une molécule, une seule intervient avec sa valeur 210 ou 130 suivant sa nature, les autres intervenant avec ces valeurs diminuées d'une quantité constante 40^{Cal}; nous aurons le Tableau suivant :

	Acétylène.	Allylène.	Diallyle.	Dipropargyle.	Diméthyldiacétylène.
Mesuré	315,7	473	904,3	853,6	848,3
Calculé	316 ($\frac{1}{1000}$)	473	903 ($\frac{1}{690}$)	850 ($\frac{1}{230}$)	851 ($\frac{1}{310}$)

» Tous ces résultats peuvent être représentés par un groupe de six droites parallèles à la droite I :

$$[Q] = 157n + A.$$

» *Carbures aromatiques.* — En adoptant les valeurs admises plus haut, le calcul conduit à des résultats très différents suivant qu'on représente ces carbures par les formules Kékulé ou par les formules Ladenburg (liaisons suivant les diagonales); les résultats calculés dans ce dernier cas coïncident avec les résultats d'expériences et plaident par suite en faveur des formules Ladenburg.

	Benzène.	Naphtalène.	Anthracène.	Phenanthrène.	Chrysène.
Mesuré (état actuel)	776,9	1241,8	1707,6	1700,4	2140,3
Calculé, form. Kékulé	781	1220	1671 ou 1659	1659	2098 (f^le ordinaire)
Calculé, form. Ladenburg	777	1240	1703	1703	2166

» Représentation : $[Q_{AR}]_n = 115,75n + 82,5$.

» *Carbures mixtes.* — Pour les carbures mixtes, on a les résultats suivants :

	Mesuré.	Calculé.
Toluène	933,8	934
Xylènes (*o. m. p.* identiques)	1084,3	1091
Mésitylène	1251,6	1248
Propylbenzène	1248,6	1248
Isopropylbenzène	1249,9	1248
Tétraméthylbenzène	1393,9	1405
Propyltoluène 1.2.	1406,1	1405
Propyltoluène (Cymol.). 1.3.	1412,5	1405
Isopropyltoluène 1.3.	1410,1	1405
Pentaméthylbenzène	1554,1	1562
Hexaméthylbenzène	1712,1	1719

	Mesuré.	Calculé.
Diphényle	1510,1	1499
Triphénylbenzène	2938,3	2943
Diphénylméthane	1655,7	1656
Triphénylméthane	2380,4	2378
Dibenzyle	1830,2	1813
Stilbène	1777,3	1786
Tolane	1738,9	1760
Styrolène	1045,5	1064
Rétène (méthylisopropylphénanthrène)	2325,2	2335
Acénaphtène (naphtyléthylène)	1521,2	1527

» *Carbures divers.* — Le triméthylène conduit à des résultats discordants : mesuré, 507; calculé, 471; de même, le nonaphtène : mesuré, 1384,2; calculé, 1414; mais

la plupart des autres carbures à chaîne fermée donnent, au contraire, des résultats tout à fait concordants :

		Mesuré.
Hexahydrobenzène	942	944
Hexahydrotoluène	1090	1095
Méthylpentaméthylène	942	945,7
Dihydrobenzène : calculé	832 848	832

		Mesuré.
Tétrahydrobenzène : calculé	887 915	892,0
Térébenthène	1488	1490,8
Citrène	1488	1473
Menthène	1543	1523

» *En résumé :* Sur 60 cas examinés, il y en a 7 (11 pour 100) où l'approximation est inférieure à $\frac{1}{100}$; 15 (25 pour 100) où elle est comprise entre $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{200}$, et 38 (64 pour 100) où elle est supérieure à cette limite.

» Je me réserve naturellement d'étendre ces considérations aux autres séries de composés organiques pour lesquelles j'ai déjà obtenu des résultats analogues. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Cellulose nitrée.* Note de M. **Léo Vignon.**

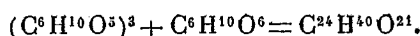
« En nitrant la cellulose, il se forme des dérivés oxycellulosiques (¹). J'ai l'honneur de présenter à l'Académie de nouvelles expériences relatives à l'étude chimique de ce phénomène.

» I. Tout d'abord, on doit considérer l'oxycellulose obtenue par le chlorate de potassium et l'acide chlorhydrique comme une substance à composition fixe et définie.

» J'ai analysé, en effet, de nombreux échantillons d'oxycellulose. La composition centésimale pour le produit séché à 110°, cendres déduites, a été, en moyenne :

carbone, 43,40; hydrogène, 5,90; oxygène, 50,70.

» Le rendement des oxycelluloses analysées était de 70 à 80 pour 100 de la cellulose oxydée. En prolongeant l'oxydation de la cellulose, le rendement tombe à 44 pour 100. L'analyse montre que le produit obtenu a conservé sensiblement la même composition, qui correspond à la formule



$$(C^6H^{10}O^5)^3 + C^6H^{10}O^6 = C^{24}H^{40}O^{21}.$$

(1) *Comptes rendus*, 10 septembre 1900.

» II. *Nitration de la cellulose.* — Différents expérimentateurs ont cherché à déterminer le maximum de nitration de la cellulose, sans être arrivés encore à des conclusions concordantes et définitives.

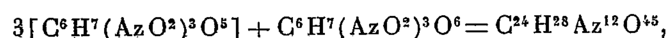
» J'ai préparé la nitrocellulose de Lunge contenant environ 13,90 pour 100 d'azote, en employant, comme mélange nitrant, pour 1^g de coton : 63,35 de SO^4H^2; 25,31 de AzO^3H; 11,34 de H^2O.

» La nitrocellulose obtenue, bien lavée, a été purifiée par ébullition dans trois eaux distillées successives, pendant une demi-heure chaque fois; finalement, on l'a desséchée dans le vide sur l'acide sulfurique. La correction d'humidité, non négligeable (3,59 pour 100), a été faite sur un témoin séché dans un courant d'air sec, à chaud à 80°.

» On a obtenu pour la composition centésimale de la matière séchée à 80°, en moyenne :

carbone, 23,89; hydrogène, 2,44; azote, 13,94; oxygène, 59,73.

» Or, si l'on admet que cette nitrocellulose représente de l'oxycellulose trinitrée, soit



$$3[C^6H^7(AzO^2)^3O^5] + C^6H^7(AzO^2)^3O^6 = C^{24}H^{28}Az^{12}O^{45},$$

on trouve que l'analyse et la théorie concordent avec une remarquable précision.

» *Conclusions.* — 1° Les divergences observées par les expérimentateurs sur le maximum de nitration de la cellulose proviennent du dosage de l'azote effectué seul, à l'exclusion du carbone et de l'hydrogène, et de l'hypothèse que la molécule cellulosique subsiste dans les dérivés nitrés obtenus.

» 2° Au maximum de nitration de la cellulose, on fixe $3(AzO^3)$ pour 1^{mol} en C^6.

» 3° Le dérivé nitré ainsi obtenu est un dérivé oxycellulosique. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Rôle des bactéries dans la production des périthèces des* Ascobolus. Note de M. **Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait que, lorsqu'on cherche à obtenir en cultures pures le développement des Ascomycètes saprophytes, il ne se produit le plus généralement, quelle que soit la variété des milieux nutritifs employés, qu'un mycélium qui reste stérile ou qui ne présente comme organes reproducteurs que des appareils conidiens; on n'obtient ordinairement que la forme dite imparfaite de l'Ascomycète ensemencé. J'ai réussi, pour un Ascomycète

du genre *Ascobolus*, à déterminer les conditions dans lesquelles apparaissent les périthèces.

» Ayant cherché à faire germer des ascospores d'*Ascobolus* recueillies aseptiquement, j'ai très aisément obtenu, à partir de ces spores, un développement intense de mycélium qui présentait d'abondantes arthrospores, semblables à celles que Brefeld a déjà signalées pour une espèce du même genre. La plupart de ces semis étaient purs, et le mycélium blanc, floconneux, qui en provenait et qui occupait tout le tube de culture, ne donnait qu'accidentellement naissance à des périthèces; en tout cas, ceux-ci apparaissaient tardivement (au bout de 4 à 6 semaines) et restaient à un état peu avancé de développement.

» Quelques cultures présentaient un aspect tout différent; le mycélium formait un voile adhérant à la surface du milieu nutritif, constitué, par exemple, par une tranche de carotte; ses filaments étaient mouillés par le liquide qui imbibait le substratum, et ce n'est que dans le haut de la tranche de carotte qu'on pouvait observer quelques filaments se dressant dans l'atmosphère, indépendants les uns des autres; ces cultures présentaient de plus de bonne heure (au bout de 10 à 15 jours) des périthèces qui ne tardaient pas à prendre des dimensions normales et à projeter des ascospores.

» Or, si l'on observait au microscope ces dernières cultures, il était aisé de reconnaître qu'elles avaient été toutes contaminées par une même bactérie, qui avait dû être entraînée par certaines ascospores ayant servi aux semis; elle devait par conséquent provenir de la bouse de vache sur laquelle s'étaient développés les périthèces qui nous ont servi de point de départ pour nos cultures. Il devenait ainsi très naturel d'admettre que c'est à l'association de cette bactérie avec le mycélium de l'*Ascobolus* qu'il fallait rapporter l'aspect si spécial présenté par les cultures accidentellement impures, ainsi que la formation de périthèces normaux.

» J'ai pu reproduire expérimentalement une telle association, à partir de cultures pures de la bactérie et de cultures pures de l'*Ascobolus*, en employant comme milieux nutritifs soit la bouse de vache, soit des tranches de carotte. Semé sur la bouse de vache stérilisée dans des ballons le mycélium se développe très abondamment, recouvre tout le substratum d'une épaisse couche floconneuse et reste indéfiniment stérile; mais si l'on sème le même mycélium sur de la bouse de vache stérilisée, puis contaminée par la bactérie isolée des cultures précédentes, il n'apparaît que quelques rares filaments à l'extérieur du substratum; celui-ci se couvre par contre, au bout de 20 jours environ, de nombreux et volumineux périthèces.

» La production de la forme ascosporée des *Ascobolus* exige donc un

ensemble de conditions qui se trouve être réalisé par la présence d'une bactérie; le fait n'est évidemment pas spécial à ce genre d'Ascomycètes et doit s'étendre à de nombreux autres genres coprophiles ou humicoles.

» Il reste à élucider le mode d'action des bactéries dans mes expériences, ainsi que leur importance spécifique, mais on conçoit dès maintenant que nous nous trouvons en présence d'une méthode générale permettant d'obtenir la forme parfaite de beaucoup de champignons. Le fait que nous signalons met de plus en évidence l'importance considérable qui revient à ce qu'on peut appeler la *nature biologique* des milieux qui servent de substratums aux divers végétaux. »

BOTANIQUE. — *Sur le rôle de l'oxalate de calcium dans la nutrition des végétaux*. Note de M. **Amar**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« L'étude histologique d'un grand nombre de plantes permet de constater la présence, dans tous les organes, de cristaux d'oxalate de calcium. J'ai choisi particulièrement les Caryophyllées comme exemple, car elles présentent beaucoup d'oxalate de calcium, surtout dans leurs feuilles et dans leurs tiges.

» La répartition de ces cristaux dans la feuille, aux différents niveaux de sa zone d'insertion sur la tige et dans l'entre-nœud immédiatement inférieur, est intéressante à cause de l'interprétation qu'il convient de lui attribuer. J'ai observé cette répartition dans plusieurs genres (*Dianthus*, *Lychnis*, *Tunica*, *Saponaria*, etc.), et les résultats de toutes ces observations ont été sensiblement identiques. Le limbe de la feuille présente de nombreux cristaux localisés surtout entre les faisceaux, dans les cellules situées immédiatement au-dessous du tissu palissadique; dans le pétiole et dans la gaine foliaire, ces cristaux sont aussi abondants, mais renfermés, plus particulièrement dans l'assise de cellules qui correspond à l'endoderme de la tige. Dans la partie de la tige située au-dessous du nœud, les mâcles d'oxalate de calcium sont moins nombreuses et contenues surtout dans les cellules de l'endoderme; elles deviennent de plus en plus rares à mesure qu'on se rapproche du nœud immédiatement inférieur, et disparaissent même complètement.

» Il résulte de ces observations que les cristaux d'oxalate de calcium deviennent de moins en moins nombreux à mesure que l'on s'éloigne du limbe de la feuille, en suivant la course de la sève élaborée; on est ainsi conduit à supposer que ces mâcles se constituent aux dépens de cette sève, et se déposent principalement, aussitôt après l'élaboration, dans les cellules les plus voisines des tissus assimilateurs et conducteurs.

» Il était intéressant de se demander si ces cristaux d'oxalate de calcium étaient déposés à l'intérieur des cellules d'une manière définitive, ou étaient destinés, au contraire, à contribuer ultérieurement au développement de nouveaux organes.

» J'ai, à cet effet, déplanté plusieurs pieds de diverses Caryophyllées (*Lychnis dioica, Lychnis Githago, Dianthus Carthusianorum, Saponaria officinalis, Tunica Saxifraga,* etc.) au moment ou ils étaient pourvus de 5 ou 6 paires de feuilles, et, après avoir lavé soigneusement les racines à l'eau distillée pour les débarrasser des particules solides adhérentes, je les ai cultivés dans une solution nutritive dépourvue de produits calciques, de formule suivante : eau distillée, 1000^g; nitrate d'ammoniaque, 0^g,500; sulfate de magnésium, 0^g,250; phosphate de potassium, 0^g,350; azotate de potassium, 0^g,350; sesquioxyde de fer, traces.

» Les plantes étudiées ont séjourné dans cette solution pendant 55 jours au bout desquels 6 autres paires de feuilles s'étaient développées au-dessus des premières. Si l'on pratique alors des coupes dans les différentes feuilles, on constate que celles de la partie supérieure sont dépourvues complètement d'oxalate de calcium; tandis que les feuilles basilaires différenciées pendant le séjour du sujet dans la terre renferment des mâcles de même nombre et de même dimension que les feuilles des plantes développées dans les conditions normales. La même remarque s'applique aux parties supérieure et basilaire de la tige.

» Ces expériences autorisent à considérer les cristaux d'oxalate de calcium comme un produit d'*excrétion*, et permettent également de penser qu'il doit être possible d'obtenir des plantes *dépourvues entièrement de ces cristaux*.

» J'ai réalisé cette vérification en faisant germer deux lots de graines de diverses Caryophyllées (*Lychnis dioica, Lychnis Githago, Saponaria officinalis, Dianthus Carthusianorum,* etc.), l'un en pleine terre, l'autre dans la solution indiquée plus haut. En comparant ces deux lots au moment où les jeunes plantules ont quatre ou cinq paires de feuilles, j'ai constaté que, tandis que les feuilles, la tige et la racine des plantes du premier lot contenaient des cristaux d'oxalate de calcium localisés d'une manière normale, les mêmes organes des plantes du deuxième lot n'en contenaient aucune trace. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la localisation de l'esculine et du tanin dans le Marronnier.* Note de M. **A. Goris**, présentée par M. Guignard.

« L'esculine traitée par l'acide azotique concentré et aussitôt par l'ammoniaque prend une coloration rouge sang intense. Cette réaction chimique, indiquée par Sonnenschein, peut être utilisée pour la recherche et la localisation de ce glucoside dans les tissus d'*Æsculus Hippocastanum* L.

» Le meilleur mode opératoire consiste à plonger les coupes pendant 2 à 4 secondes dans de l'acide azotique à 1,33 renfermant 0g,20 à 0g,25 de fer pour 100, puis à les retirer vivement et les faire baigner dans de l'ammoniaque liquide du commerce. Le sejour dans ce dernier réactif peut durer quelques minutes. Toutes les cellules à esculine prennent alors une coloration rouge violacée plus ou moins intense.

» *Organes végétatifs, radicelle.* — La réaction est nette dans le péricycle et l'endoderme, sauf au moment de l'apparition dans ce dernier de l'assise génératrice subérophellodermique; quelques cellules se colorent dans les parenchymes libérien et cortical. Les poils radicaux ne renferment pas d'esculine.

» *Pétiole et écorce de la tige jeune.* — Le glucoside se localise principalement dans toutes les cellules de l'épiderme, dans celles de la première assise sous-épidermique et dans les poils et l'endoderme. Quant au cylindre central, la plus grande partie de l'esculine se rencontre dans les rayons médullaires et à la périphérie de la moelle, où le réactif colore presque toutes les cellules en contact avec les éléments ligneux. Cette localisation donne l'apparence d'une ligne sinueuse de cellules bordant intérieurement le cylindre central, comme l'endoderme le limite vers l'extérieur.

» *Feuille.* — La réaction est particulièrement intense dans les épidermes, faible dans le parenchyme palissadique et rare dans le mésophylle lacuneux. Au niveau des nervures, tout se passe comme dans le pétiole.

» *Tige.* — L'esculine est abondante dans la région externe du liber et l'écorce secondaire, nulle au voisinage du cambium. Par suite de l'apparition de péridermes successifs, la région corticale externe, riche en esculine et oxalate de chaux, est exfoliée.

» *Organes floraux.* — Les enveloppes florales renferment surtout l'esculine dans leurs épidermes, l'endoderme des faisceaux et quelques cellules du mésophylle. Dans le *calice,* la réaction est beaucoup plus intense dans l'épiderme inférieur, contrairement à ce qui se passe dans la feuille. Dans les *pétales,* le nombre des cellules à esculine situé dans l'endoderme est excessivement faible. Dans l'*étamine,* l'épiderme et l'assise sous-épidermique sont les lieux d'élection du glucoside; on n'en trouve guère dans l'assise endodermique du faisceau. La paroi ovarienne et le péricarpe du fruit donnent la réaction de l'esculine dans les épidermes et dans la région externe du mésocarpe, principalement au voisinage des faisceaux.

» Dans l'*ovule,* aux différents stades de son développement et dans la graine, l'esculine se localise exclusivement dans les téguments.

» Si l'on examine des germinations, on voit apparaître l'esculine dès que la radicule commence à percer les téguments et seulement à quelque distance du sommet végétatif dans les parenchymes, puis dans l'endoderme aussitôt après sa différenciation. Il est à noter que, dans ce cas, l'épiderme et la zone périphérique médullaire sont exempts de glucoside, contrairement à ce que l'on rencontre dans les organes âgés. Dans la tigelle, il n'en existe plus au point végétatif, mais à quelque distance dans l'épiderme, l'endoderme et la zone périmédullaire.

» Les germinations et les jeunes plantes développées en complète obscurité ont montré la même répartition. La production du glucoside n'est donc pas une conséquence directe de la radiation solaire; sa forma-

tion peut acilement se faire à l'obscurité au moyen des matériaux accumulés dans l'embryon.

» 2° Les mêmes recherches microchimiques concernant le tanin donnent une répartition absolument identique. L'acide esculitanique existe dans les mêmes éléments que le glucoside, ainsi que le prouve l'expérience.

» Si on laisse une coupe de pétiole de Marronnier pendant quelques secondes dans un réactif du tanin (molybdate de AzH^3 par exemple) et que l'on plonge ensuite une partie de la préparation dans l'acide azotique, puis dans l'ammoniaque, la moitié de la coupe montrera les éléments tanifères colorés en jaune; dans l'autre moitié, les mêmes éléments seront colorés en rouge et, dans la région atteinte par les deux réactifs, certaines cellules présenteront une teinte intermédiaire. De plus, si l'on cherche à enlever le composé tannique par l'alcool absolu, véhicule dans lequel l'esculine est insoluble, les organes ainsi traités ne se colorent plus par la réaction de Sonnenschein.

» Ce tanin n'existe pas dans la graine et apparaît avec l'esculine dès que la radicule perce les téguments.

» De même que pour l'esculine, la formation du tanin est indépendante de la radiation solaire, il apparaît dans l'embryon développé à l'obscurité; il n'est pas non plus utilisé pendant le développement de nouveaux organes.

» Une observation analogue avait déjà été signalée par Charbonnel-Salle (1) à propos du tanin chez le *Phaseolus*.

» Le tanin du Marronnier semble donc exister en combinaison ou tout au moins en relation très étroite avec le glucoside (esculine) existant dans la plante; en tout cas, les deux substances se rencontrent dans les mêmes éléments cellulaires. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques nouveaux Champignons et Algues fossiles, de l'époque houillère.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Bornet.

« Le climat chaud et humide de l'époque houillère a favorisé certainement le développement des Champignons et des Algues, au milieu et à

(1) L. Charbonnel-Salle, *Recherches sur le rôle physiologique du tanin dans les végétaux* (*Thèse Sc. Paris,* 1881, 31 p. in-8°).

Fig. 1. — Coupe longitudinale d'une portion de bois de *Lepidodendron rhodumnense*. Gross. $\frac{120}{1}$.

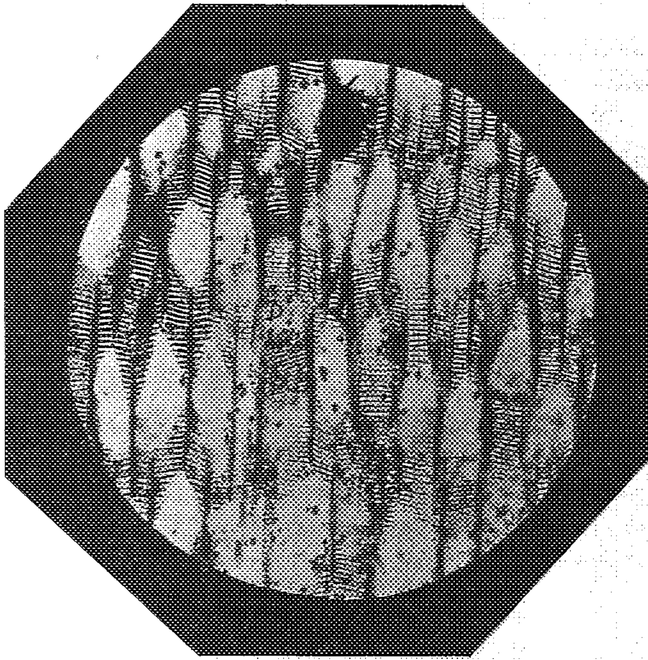


Fig. 4. — Sporanges de Chytridinée disposés en chapelet. Gross. $\frac{390}{1}$.

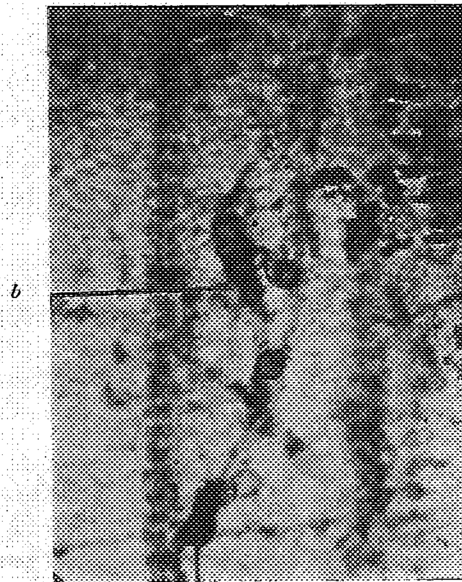


Fig. 2. — Portion grossie $\frac{390}{1}$.

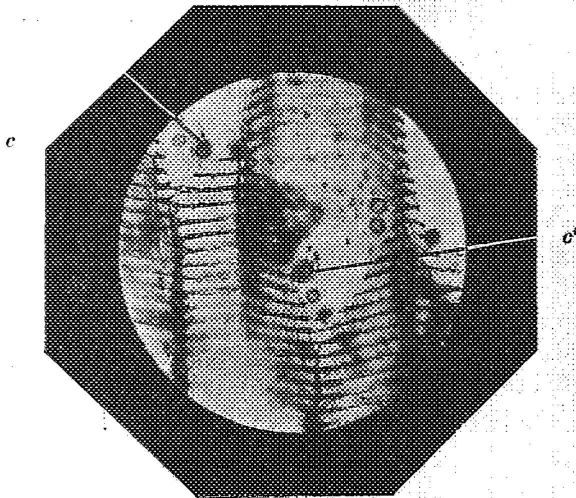
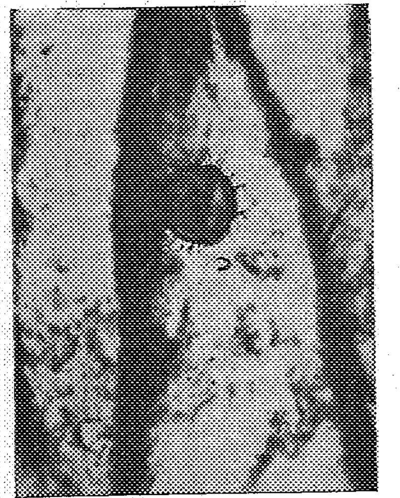


Fig. 5. — Zygospore de Desmidiée. Gross. $\frac{100}{1}$.



l'intérieur des nombreux débris laissés, après leur mort, par les végétaux. Les Lépidodendrons formaient l'un des appoints les plus importants de cette végétation particulière, et l'on peut dire qu'il n'y a pas un de leurs organes qui n'ait servi d'abri ou de nourriture aux microphytes de l'époque.

» Nous avons signalé (¹) la présence de Champignons et d'Algues dans les gisements silicifiés du Culm d'Esnost, près Autun, ou dans différents lignites de l'Hérault. Aujourd'hui nous appellerons l'attention sur les nombreux Cryptogames fossiles des gisements, également silicifiés, du Roannais.

» La figure 1 est une coupe longitudinale d'une portion de bois de *Lepidodendron rhodumnense*. On sait que les *Lepidodendron rhodumnense* et *L. esnostense* ont un

Fig. 3.

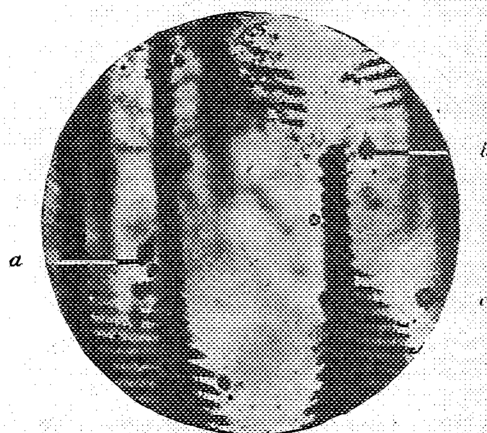


Fig. 6. — Gross. $\frac{590}{1}$.



axe ligneux complètement plein, sans moelle incluse, comme cela se présente dans les *Lepidodendron vasculare, L. Harcourti*, etc.

» Sur la figure 1 on peut voir que les trachéides rayées D renferment un certain nombre de sporanges piriformes ou sphériques *a*, *b*, *c*, mesurant les premiers 15^{μ} à 16^{μ} de long sur 10^{μ} à 11^{μ} de large, et les seconds $10^{\mu},5$ de diamètre.

» La masse protoplasmique est souvent contractée et ne touche pas l'enveloppe, elle mesure seulement $8^{\mu},5$ de diamètre; souvent aussi le protoplasme s'est divisé en petites masses sphériques (spores?), qui s'échappent (*fig.* 2, *c*, *c'*) par la portion de mycélium restée adhérente. Ces sporanges sont placés, tantôt à l'extrémité des branches du mycélium, à quelque distance les uns des autres, 20^{μ} à 22^{μ} (*fig.* 6, *b*), tantôt disposés en chapelet et contigus (*fig.* 4, *b*).

(¹) *Sur quelques microorganismes des combustibles fossiles*, Société de l'Industrie minérale, Saint-Étienne, pages 73, 83, 401 et suivantes, 1900.

» La partie subéreuse de l'écorce des Lépidodendrons d'Esnost et du Roannais contient de nombreux filaments de myceliums de Champignons, en l'absence de fructifications; ces myceliums ne sont pas déterminables. Mais, outre ces filaments myceliens, on remarque des spores qui sont reconnaissables (*fig.* 5). Ces spores mesurent 18^{μ} à 20^{μ}; les piquants étoilés qui recouvrent la surface n'ont que 2^{μ} à 3^{μ}, ce sont très probablement des zygospores de Desmidiée.

» *Conclusions.* — 1° Les Lépidodendrons d'Esnost, du Roannais, ont été envahis par les mêmes organismes après leur mort. 2° Dans une autre Note, nous indiquerons les Algues qui ont habité soit les macrospores, soit les intervalles existant entre les débris de ces plantes accumulés dans les marais anthracifères. 3° Il est assez intéressant de constater que les mêmes espèces de plantes, ayant prospéré à des distances considérables les unes des autres, aient été envahies par les mêmes espèces de Cryptogames et par les mêmes larves d'insectes, comme nous le verrons prochainement. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les Lycopodinées du Trias en Lorraine.* Note de M. **P. Fliche**, présentée par M. R. Zeiller.

« Pendant longtemps, on n'a pas signalé de Lycopodinées dans le Trias, et l'on admettait même qu'on ne pouvait plus y trouver les formes de ce groupe si abondantes et si caractéristiques de la flore des terrains paléozoïques. Les découvertes successives des *Pleuromeia* Corda et Spieker, dans le Grès bigarré supérieur de Bernbourg, d'une Sigillaire, par M. Blanckenhorn dans celui de Commern, ont déjà, en faisant connaître des Lycopodinées triasiques, montré de plus que les types paléozoïques, ou d'autres leur tenant de près, se retrouvent à la base des terrains secondaires; l'étude de la flore du Trias lorrain m'a fourni quelques faits intéressants relatifs au même sujet.

» J'ai eu d'abord occasion de constater la présence du genre *Pleuromeia* dans le Trias moyen supérieur à Chauffontaine, aux environs de Lunéville, où il paraît d'ailleurs être rare; j'ai pu en examiner deux échantillons, recueillis par Lebrun, appartenant l'un à l'Ecole supérieure des mines, l'autre à la Faculté des sciences de Nancy; l'un et l'autre sont des moules de fragments de rhizomes. Le premier est le meilleur, de parfait état de conservation; il présente, avec des cicatrices laissées par la chute de racines, une partie de celles-ci encore adhérentes à l'organe. Celui-ci ne laisse aucun doute sur la détermination générique, mais il est impossible, sur un échantillon aussi incomplet, de dire s'il s'agit d'une nouvelle espèce ou de l'une de celles de Bernbourg. Dans tous les cas, c'est la première fois, à ma connaissance, que le genre est signalé en dehors de cette localité, et de plus à un niveau supérieur.

» Un autre fossile, d'un haut intérêt, a été trouvé dans le Grès bigarré de Merviller-Vacqueville, près de Baccarat, par M. R. Nicklès; c'est un type entièrement nouveau, dont la ressemblance avec les *Stigmaria* de l'époque paléozoïque est telle que, trouvé dans un dépôt appartenant à celle-ci, il serait certainement attribué à ce genre, et peut-être même à l'espèce, d'ailleurs assez hétérogène, connue sous le nom de *Stigmaria ficoides;* ce qu'on peut voir de la structure, la forme de l'axe, celle des cicatrices, leur disposition spéciale, établissent la plus étroite ressemblance avec le genre jusqu'ici seulement paléozoïque. Cependant, comme il s'agit d'un moule, l'étude histologique n'est pas possible; comme de plus l'échantillon ne porte pas ses appendices, il me semble préférable de réserver provisoirement l'attribution générique et de donner à ce fossile un nom, celui de *Stigmarites,* qui indique la très grande probabilité d'une identification avec les *Stigmaria,* sans l'affirmer toutefois. Ce n'en est pas moins un fait très intéressant, alors qu'on a trouvé une Sigillaire dans le Trias, d'y rencontrer aussi, au même niveau, un fossile paraissant identique aux *Stigmaria,* qui sont considérés comme leurs organes souterrains.

» Ce genre est représenté par une seule espèce, je l'ai dédiée au géologue qui l'a trouvée et qui m'en a généreusement abandonné l'étude. Le *St. Nicklesi* est caractérisé par son axe de section elliptique mesurant 48^{mm}-50^{mm} sur son grand axe, et 16^{mm} sur le petit, par ses cicatrices arrondies mesurant 6^{mm} à 7^{mm} de largeur.

» Parmi les espèces déjà décrites par Schimper et Mougeot dans le Trias lorrain, il en est une qui, rapportée par eux, après beaucoup d'hésitation, aux Fougères, me semble appartenir aux Lycopodinées, c'est leur *Caulopteris tessellata,* dont ils avaient fait un sous-genre *Tessellaria,* en se basant sur la forme rhomboïdale et la contiguïté des cicatrices le recouvrant. Ces faits, la présence, sur chaque cicatrice, visible même sur la figure, d'un faisceau vasculaire petit, à section circulaire, ne sont pas des caractères de Fougères arborescentes; l'examen de l'échantillon unique de cette espèce appartenant à M. le D[r] Puton, de Remiremont, m'a confirmé dans l'opinion qu'il ne s'agit pas d'une Fougère, mais d'une grande Lycopodinée; sans que d'ailleurs l'empreinte soit assez nette et surtout assez complète, pour permettre de décider s'il s'agit d'un *Lepidodendron* ou d'un genre nouveau et voisin, ce qui me semble cependant le plus probable.

» C'est aussi vers les Lycopodinées que me paraissent être les plus grandes affinités du genre *Lesangeana* créé, à si juste titre, par A. Mougeot (1), pour les autres *Caulopteris* du Grès bigarré décrits par lui et son collaborateur Schimper, singuliers végétaux, fort différents des Fougères, avec des feuilles épaisses, entières, allongées, à bords parallèles, et auxquels, en l'absence de structure anatomique bien conservée et d'organes de reproduction, on ne peut assigner une place certaine dans la classification. »

---

(1) *Observations sur le* Caulopteris Lesangeana *Schimp. et Moug.* (*Ann. Soc. d'Emul. du dép. des Vosges*, t. VII, 1850, p. 185).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur les néphrotoxines*. Note de M. H. Bierry, présentée par M. Roux.

« Comme je l'ai montré dans une Note précédente (¹), si l'on injecte dans le péritoine d'un lapin du rein de chien broyé, le sang de ce lapin devient fortement néphrotoxique pour le chien. Une injection intravasculaire de ce sang détermine une albuminurie intense et peut même amener la mort.

» MM. Ascoli et Figari (²), dans des expériences analogues aux miennes, ont observé les mêmes effets; ils ont vu, de plus, que la néphrotoxine introduite sous la dure-mère pouvait produire des troubles nerveux graves.

» Je me suis demandé si l'on pouvait obtenir un poison actif en injectant à des lapins, non plus des reins broyés de chien, mais les nucléo-albumines provenant de ces organes.

» *Préparation des nucléo-albumines.* — Les reins sont lavés, finement hachés, mis à macérer 24^h dans une solution faible de carbonate de soude en présence de chloroforme et de toluène. On filtre, on précipite par l'acide acétique, on laisse déposer, on décante, on lave à l'eau. Après plusieurs précipitations et redissolutions successives, on obtient après filtration un liquide incolore dans lequel on précipite une dernière fois les nucléo-albumines. On les recueille et on les dessèche à l'étuve.

» *Préparation de la néphrotoxine.* — La poudre ainsi obtenue est mise en suspension dans une solution de NaCl à 8 pour 1000 et injectée dans le péritoine de lapins de forte taille. Chaque injection comportait environ $0^g,25$ de nucléo-albumine par kilogramme d'animal. On faisait au moins sept injections; trois séparées par un intervalle de huit jours, puis une quatrième trois semaines après la troisième, enfin trois autres, une chaque semaine.

» Les lapins supportent bien ces opérations, ils continuent à augmenter de poids. Une partie au moins des nucléo-albumines s'élimine en nature et passe dans l'urine du troisième au dixième jour qui suivent l'injection.

» Huit jours après la dernière injection, le sang est recueilli par la carotide et défibriné aseptiquement.

» *Injection de la néphrotoxine au chien.* — On s'assurait, d'abord, que les chiens utilisés ne présentaient pas trace d'albumine dans l'urine.

» A un chien de 12^{kg} à 15^{kg}, on injectait, dans le péritoine, 20^{cm^3} à 25^{cm^3} de ce sang de lapin. A partir du troisième jour, on observe une albuminurie qui va en augmen-

(¹) *Comptes rendus*, 7 mai 1901.

(²) Ascoli et Figari, *Ueber Nephrolysine* (*Berliner klinische Wochenschrift*, t. XXXIX, 1902, p. 560, 634.

tant pour passer par un maximum au bout du dixième ou quinzième jour. Dans quelques cas, les animaux présentaient en même temps une sorte de coma; chez un des chiens qui était resté 10 jours sans prendre de nourriture, nous avons constaté une albuminurie notable encore, un mois et demi après l'injection.

» Nous avons injecté comparativement le sang total défibriné, le sérum et enfin les globules. Ce sont les globules qui produisent les effets les plus intenses. Quant au sérum, ses effets sont d'autant plus marqués qu'il est resté plus longtemps au contact avec les globules *in vitro* avant l'injection. Il semble donc qu'ici, comme pour les autonéphrotoxines, on soit en présence de poisons leucocytaires (¹).

» A la suite d'injections répétées de sang total ou de sérum, il s'établit chez le chien une sorte d'accoutumance, les effets s'atténuent sans disparaître.

» Dans l'urine, à côté des albumines ordinaires (sérine et globuline), nous avons rencontré parfois des albumoses que nous avons pu caractériser par les réactions protéosiques. L'urine déféquée par le nitrate mercurique et traitée par la phénylhydrazine, n'a jamais donné de glucosazone.

» Les injections de sang et de sérum de lapins normaux ne produisent chez le chien aucun des troubles que nous venons de décrire.

» *Conclusion.* — Les injections répétées au lapin, non plus des cellules de rein de chien, mais des constituants chimiques de ces organes, permettent d'obtenir une néphrotoxine énergique pour le chien. »

HYDROLOGIE. — *Sur la vitesse d'écoulement des eaux souterraines.* Note de MM. E. **Fournier** et A. **Magnin**.

« Nos études hydrologiques, poursuivies depuis 1896 dans la région du Jura, nous ont permis de recueillir quelques documents qui, ajoutés à ceux que l'on posséde déjà, jettent un jour nouveau sur la question de la vitesse d'écoulement des eaux souterraines.

» *Expériences de coloration à la fluorescéine* (²). — La lenteur de propagation de cette substance est toujours très grande. Elle reste en général inférieure à 1ᵏ par jour.

» Une des causes de cette lenteur est la présence de cavités assez vastes, où l'eau demeure presque stagnante et dans le parcours desquelles la vitesse devient sensiblement nulle en eaux basses. La présence de ces cavités a pu être constatée par nous *de*

(¹) *Recherches sur les néphrotoxines* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 19 juillet 1902).

(²) Nos expériences ont porté surtout sur des réseaux souterrains à régime vauclusien. Pour la circulation dans les terrains à perméabilité homogène, voir Marboutin, *Contribution à l'étude des eaux souterraines : Courbes isochronochromatiques* (*Comptes rendus*, 11 février 1901, et *Soc. Ing. civils de France*, 15 février 1901).

visu, dans l'exploration d'un grand nombre de cours d'eau souterrains; c'est à elle qu'il faut attribuer les grandes variations que l'on observe entre la vitesse de propagation en eaux basses et en grandes eaux : cette variation peut aller de 1 à 10 (¹).

» En effet, en basses eaux, l'écoulement s'effectue dans les galeries comme dans une conduite libre, et la vitesse à la surface (qui, comme nous le verrons plus loin, est de beaucoup supérieure à celle de la propagation de la fluorescéine) est donnée par la formule

$$v = 50\sqrt{\alpha\rho}$$

(α = pente par mètre, ρ = rapport entre la surface de section et le périmètre mouillé).

» Or, dans les grands réservoirs stagnants intercalés sur le parcours du réseau, α tend vers 0 et la vitesse tend à s'annuler.

» Par les grandes eaux, au contraire, il arrive souvent que les galeries se remplissent complètement, et l'ensemble du système fonctionne alors comme une conduite en pression, dans laquelle la vitesse moyenne est donnée par les formules

$$v = 53{,}58\sqrt{\frac{DL}{4\delta}} - 0{,}025 \quad \text{(Prony)} \qquad \text{ou mieux} \qquad Q = \frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{D^5\delta}{b_1}} \quad \text{(Darcy)}.$$

(D = diamètre de la conduite, L sa longueur, δ = différence de niveau entre les extrémités, Q = débit, b_1 = coefficient variable avec les dimensions de la conduite).

» On voit donc que, lorsque D augmente, v augmente aussi : la vitesse au lieu de s'annuler, comme dans le cas précédent, s'accroît au contraire dans les portions dilatées (réservoirs).

» Par conséquent, tandis que la vitesse moyenne varie d'une façon régulière dans les cours d'eau superficiels en fonction des variations du rapport ρ, il se produit, dans les cours d'eau souterrains, une variation brusque de vitesse, au moment où le régime d'écoulement en conduite libre se trouve remplacé par le régime en conduite chargée. C'est à ce moment que se déversent brusquement dans le réseau souterrain les bases de décantation, chargées de bactéries et de matières putrescibles qui s'étaient accumulées en basses eaux dans les réservoirs stagnants.

» *Expériences diverses.* — Dans des expériences faites avec d'autres substances que la fluorescéine (sel, amidon, etc.) on observe toujours des vitesses plus grandes :

» *Noiraigue* (expérience *Desor* avec amidon), 8 heures au lieu de 204.

» *La Reuse* (expérience *Desor* avec amidon), 12 heures au lieu de 312.

» *Arcier* (expérience *Jeannot* avec sel marin), 9 heures 30 minutes au lieu de 92.

» *Gellin*, le déversement des purins arrive au captage deux fois plus vite que la fluorescéine (²).

» La levée des vannes placées à l'entrée de certains entonnoirs donne une propagation plus rapide que celle de la fluorescéine, ainsi :

» L'eau du lac de *Crenans* apparaît 10 heures après la levée des vannes de l'usine,

---

(¹) Dans une expérience (Champlive) le volume des cavités a été suffisant pour faire disparaître d'une manière complète une coloration de 280 000$^{m^3}$.

(²) En colorant les ruisseaux superficiels, on observe d'ailleurs que la fluorescéine reste toujours en retard sur les matières en suspension ou sur les particules flottantes.

à $2^{km},300$ en aval. L'eau du lac de *Narlay* s'arrête au moulin de *Chalin* (10^{km}) 12 heures après la fermeture des vannes. L'eau des vannes de *Bonport* ne met que 1 heure 30 minutes pour arriver à l'*Orbe* (Forel). L'eau du *lac de l'Abbaye* arrive au torrent de l'*Enragé* 2 jours après l'ouverture des vannes (30^{km}).

» Les troubles survenant après les pluies et LES CRUES MICROBIENNES qui les accompagnent se propagent aussi bien plus rapidement que les colorations. Ainsi le *puits de la Brême* enfle 48 heures après les orages éclatant dans le *bassin du Leubat*. La *source d'Arcier* trouble et contient du *B. coli* 2 heures après les chutes d'eau dans le *bassin de Nancray*, etc.

» *Conclusions.* — Il faut donc conclure de tous ces faits :

» 1° Que les manifestations de la circulation souterraine se succèdent dans l'ordre de vitesse décroissant suivant :

» A. *Troubles et intumescences après les pluies;*

» B. *Crues microbiennes correspondantes;*

» C. *Intumescence* après la *levée des vannes* et arrêt après leur fermeture;

» D. *Apparition* du *sel*, de l'*amidon*, etc;

» E. Apparition de la *fluorescéine;*

» 2° Que la vitesse des cours d'eau souterrains peut *varier brusquement* et considérablement avec les précipitations atmosphériques;

» 3° Que, de la lenteur de propagation de la fluorescéine, il ne faudrait pas conclure à une lenteur correspondante de propagation des cultures microbiennes et que *les sources vauclusiennes sont sujettes à une contamination brusque, impossible à prévoir à temps;* il ne faut donc pas les admettre comme eaux d'alimentation, même en temps de sécheresse, puisqu'il suffit d'une pluie d'orage pour les empoisonner brusquement. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 16 mars 1903.)

Note de M. *Fleig*, Augmentation réflexe de sécrétion biliaire par introduction d'acide dans le duodéno-jéjunum :

Page 702, ligne 10, *au lieu de* HCl à 6 pour 100, *lisez* HCl à 6 pour 1000.
Page 703, ligne 20, *au lieu de* 7 pour 100, *lisez* 7 pour 1000.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 14 AVRIL 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines surfaces algébriques pour lesquelles les intégrales de différentielles totales se ramènent à des combinaisons algébrico-logarithmiques*. Note de M. **Émile Picard**.

« 1. J'ai déjà insisté sur la difficulté de reconnaître si toutes les intégrales de différentielles totales relatives à une surface se ramènent à des combinaisons algébrico-logarithmiques (en particulier, *Annales de l'École Normale*, 1901, et *Acta mathematica*, t. XXVI). Pour les surfaces dont l'équation a la forme spéciale

$$z^2 = f(x, y), \tag{1}$$

où f est un polynome en x et y, de degré $2p+1$ par rapport à x, la question est ramenée à la recherche des relations irréductibles

$$\varphi(x, y) = 0 \tag{2}$$

de degré p en x, telles que des équations (1) et (2) on puisse tirer z sous la forme d'une fonction rationnelle en x et y. En particulier, si de telles relations sont impossibles, l'étude du problème proposé devient facile.

» 2. L'étude de quelques cas particuliers ne sera pas sans intérêt. Envisageons d'abord la surface

$$z^2 = f(x)\,F(y), \tag{3}$$

où $f(x)$ est un polynome de degré $2p+1$ à racines simples, et $F(y)$ un autre polynome. Si ce dernier polynome est pris arbitrairement, nous allons

montrer qu'il n'existe pas de relations (2), en dehors bien entendu de $x = a$, en désignant par a une racine de f.

» Soit $z = \sqrt{F(y)}\,\zeta$; on aura

$$\zeta^2 = f(x),$$

et l'on pourra satisfaire à cette équation en prenant pour ζ une fonction rationnelle de x, y et $\sqrt{F(y)}$, les deux lettres x et y étant liées par la relation irréductible

$$\varphi(x, y) = 0.$$

» Donnons à y une valeur déterminée, et considérons une détermination de $\sqrt{F(y)}$; on aura pour x les p racines x_1, x_2, ..., x_p. Formons les sommes

$$(\mathrm{E}) \qquad \frac{x_1^\lambda\, dx_1}{\sqrt{f(x_1)}} + \frac{x_2^\lambda\, dx_2}{\sqrt{f(x_2)}} + \ldots + \frac{x_p^\lambda\, dx_p}{\sqrt{f(x_p)}} \qquad (\lambda = 0, 1, \ldots, p - 1).$$

» Puisque $\sqrt{f(x_i)}$ est une fonction rationnelle de x_i, y et $\sqrt{F(y)}$, les sommes précédentes seront de la forme

$$R_\lambda\left[y, \sqrt{F(y)}\right] dy,$$

R_λ étant rationnelle en y et $\sqrt{F(y)}$, et les intégrales

$$\int R_\lambda\left[y, \sqrt{F(y)}\right] dy$$

seront des intégrales de première espèce. Toutes les fonctions R ne peuvent être identiquement nulles, car des équations obtenues en égalant à zéro les expressions (E), on déduirait que deux des x sont égaux, ce qui est contradictoire avec l'irréductibilité de φ. Ceci posé, nous aurons donc au moins une intégrale de première espèce relative à la courbe $u^2 = F(y)$, dont toutes les périodes appartiendront à une intégrale de première espèce relative à la courbe $v^2 = f(x)$.

» Cette circonstance ne peut se présenter que si le polynome $F(y)$ est spécial, ce qui démontre l'impossibilité de la relation φ. Nous avons supposé que le polynome irréductible φ était de degré p; la même démonstration s'appliquerait s'il était de degré moindre.

» On conclut facilement de cette analyse que, pour $F(y)$ arbitraire,

toutes les intégrales relatives à la surface

$$z^2 = f(x)\,F(y)$$

sont des combinaisons algébrico-logarithmiques.

» 3. Le cas le plus simple est celui de $p = 1$. Dans ce cas $f(x)$ est du *troisième* degré, et l'on est ramené à étudier les fonctions rationnelles z et x de y satisfaisant à la relation

$$z^2 = f(x)\,F(y),$$

en dehors de $z = 0$, $x = a$ (a étant racine de f). Les considérations précédentes montrent de suite que la fonction rationnelle x de y devra satisfaire à la relation

$$\frac{dx}{\sqrt{f(x)}} = P(y)\frac{dy}{\sqrt{F(y)}}, \tag{4}$$

$P(y)$ étant un polynome de degré au plus égal à $q-1$ si F est de degré $2q+1$. La réciproque est d'ailleurs exacte : si l'on peut trouver une fonction rationnelle x de y satisfaisant à une relation de cette forme, la valeur correspondante z sera fonction rationnelle de y. Il est clair que si $F(y)$ n'est pas un polynome spécial, le problème n'aura pas de solution.

» Pour prendre un cas très simple où le problème a des solutions, supposons que $F(y) = f(y)$. Alors P se réduit à une constante C et l'équation (4) devient

$$\frac{dx}{\sqrt{f(x)}} = C\frac{dy}{\sqrt{f(y)}}.$$

» Cette équation se rencontre dans la théorie de la multiplication des fonctions elliptiques. Si les fonctions elliptiques correspondant au polynome $f(x)$ n'admettent pas la multiplication complexe, C sera nécessairement un entier réel m ; et si $f(x)$ est le polynome normal de Weierstrass, on aura, en posant

$$y = \wp(u), \qquad x = \wp(mu),$$

les fonctions rationnelles cherchées x de y. Une analyse plus détaillée est alors nécessaire pour savoir si toutes les intégrales de différentielles totales relatives à la surface

$$z^2 = f(x)\,f(y)$$

sont des combinaisons algébrico-logarithmiques. La conclusion est encore affirmative.

» Une discussion analogue serait à faire si le polynome $F(y)$ du paragraphe précédent était un polynome particulier répondant au cas, qui peut se présenter, où un polynome φ irréductible de degré p au plus par rapport à x correspondrait de la manière indiquée à la surface (3).

» 4. Revenons à des cas plus généraux. Pour faire l'étude complète des intégrales de différentielles totales relatives à une surface de degré m (à singularités ordinaires)

$$f(x, y, z) = 0,$$

il faut considérer les courbes gauches tracées sur cette surface. On voit aisément que, par la soustraction de termes logarithmiques convenables, on peut se borner au cas où l'intégrale n'a d'autres courbes logarithmiques que des courbes coupant les plans $y = \text{const.}$ seulement en p points au plus (en dehors de courbes correspondant à $y = \text{const.}$). La question, généralisant d'ailleurs celle qui a été traitée plus haut, est donc *de trouver sur la courbe entre x et z*

$$f(x, \bar{y}, z) = 0 \quad (p \text{ est le genre de la courbe pour } y \text{ arbitraire})$$

renfermant le paramètre arbitraire y, tous les groupes de p points dépendant rationnellement de y.

» Cette étude générale ne paraît pas facile. Nous allons considérer seulement le cas où l'on aurait la surface

$$(\alpha) \qquad z^m = x^m + P(y) \qquad (m > 3),$$

$P(y)$ étant un polynome arbitraire de degré m. Soit donc sur la courbe (α), entre x et z, un groupe de p points $\left(\text{ici } p = \frac{(m-1)(m-2)}{2}\right)$ dépendant rationnellement de y et posons

$$x = \xi\sqrt[m]{P(y)}, \qquad z = \zeta\sqrt[m]{P(y)}.$$

On aura

$$(\beta) \qquad \zeta^m = \xi^m + 1,$$

et, sur la courbe (β), au groupe des p points (ξ_i, ζ_i) de la courbe (α) correspond un groupe de p points dépendant rationnellement de y et $\sqrt[m]{P(y)}$. On démontre que, si le polynome $P(y)$ est arbitraire, on aura

$$R_i(\xi_1, \zeta_1)\,d\xi_1 + R_i(\xi_2, \zeta_2)\,d\xi_2 + \ldots + R_i(\xi_p, \zeta_p)\,d\xi_p = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, p),$$

en supposant que $R_i(\xi, \zeta)\,d\xi$ soit l'élément d'une intégrale de première

espèce de (β). De là se déduit d'abord que les p points (ξ_i, ζ_i) sont sur une adjointe d'ordre $m-3$ de la courbe (β). On peut aller plus loin, et montrer que cette adjointe rencontre la courbe (β) en $p-2$ autres points dont les coordonnées ne dépendent pas de y.

» Il résulte de ces faits que, pour la surface

$$z^m = x^m + P(y),$$

on peut trouver une surface

$$R(x, y, z) = 0,$$

de degré $m-3$ en x et z, rencontrant la surface à distance finie suivant la courbe initiale considérée (correspondant au groupe des p points), et suivant les $p-2$ courbes planes irréductibles correspondant aux sections

$$x - \lambda_i z = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, p-2),$$

les λ_i n'étant pas racines $m^{\text{ièmes}}$ de l'unité; il pourra y avoir, en outre, des courbes de rencontre correspondant à $y = \text{const.}$ [ces constantes étant racines de $P(y) = 0$].

» 5. De ces résultats nous allons tirer des conclusions intéressantes sur les intégrales de différentielles totales relatives à la surface

$$z^m = x^m + P(y).$$

» Par la soustraction d'expressions de la forme

$$C \log R(x, y, z) - C \sum_i \log(x - \lambda_i z),$$

où R a la signification du paragraphe précédent et où C est une constante convenable, nous pouvons ramener une intégrale donnée à n'avoir plus à distance finie d'autres courbes logarithmiques que des lignes droites correspondant à $y = a$ [a étant racine de $P(y)$, valeur pour laquelle la courbe entre z et x se décompose en m droites].

» Il est facile de discuter les intégrales de différentielles totales auxquelles on est ainsi ramené; ces intégrales s'expriment nécessairement par des logarithmes et des fonctions rationnelles, et nous pouvons conclure que *toutes les intégrales de différentielles totales relatives à la surface considérée s'expriment par des combinaisons algébrico-logarithmiques.*

» La surface considérée est une surface d'ordre m sans singularités. La propriété précédente appartient-elle à la surface générale de degré m? Il

est probable, mais le fait n'est pas encore démontré, car dans les questions de ce genre la nature *arithmétique* des coefficients peut jouer un rôle comme dans plusieurs problèmes relatifs à la théorie des surfaces (par exemple, le nombre invariant relatif aux intégrales doubles de seconde espèce).

» 6. Terminons par une dernière recherche relative aux surfaces

$$z^m = x^m + P(y).$$

» J'ai autrefois établi que, sur une surface algébrique à singularités ordinaires, on peut tracer ρ courbes algébriques irréductibles particulières

$$C_1, \quad C_2, \quad \ldots, \quad C_\rho,$$

telles qu'il n'existe pas d'intégrale de différentielle totale de troisième espèce ayant seulement pour courbes logarithmiques la totalité ou une partie de ces courbes C, mais telles qu'il existe une intégrale ayant seulement pour courbes logarithmiques une $\rho + 1^{\text{ième}}$ courbe quelconque Γ de la surface, et la totalité ou une partie des courbes C. D'ailleurs, comme je l'ai indiqué (*Comptes rendus*, 1902), ce nombre ρ a un caractère invariant, pourvu que dans une classe de surfaces on considère seulement celles qui n'ont pas de courbes *exceptionnelles*.

» La recherche d'un système de courbes C peut se faire facilement sur notre surface. Considérons $m - 1$ des racines

$$a_1, \quad a_2, \quad \ldots, \quad a_{m-1}$$

de l'équation $P(y) = 0$. Le plan

$$y = a_i$$

coupe la surface suivant m droites. Supprimons la droite située dans le plan

$$z - \varepsilon x = 0,$$

ε étant une racine $m^{\text{ième}}$ déterminée de l'unité; nous avons ainsi, sur chaque plan

$$y = a_i,$$

$m - 1$ droites et, par suite, en tout, $(m-1)^2$ droites. A ces droites adjoignons la courbe à l'infini. Nous aurons ainsi un système de $(m-1)^2 + 1$ lignes, qui peut être pris pour le système des courbes C. On a ici

$$\rho = (m-1)^2 + 1. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la discussion et l'intégration des équations différentielles du second ordre à coefficients constants.* Note de M. E. **Vallier**.

« Les équations différentielles que l'on rencontre en Mécanique sont en général du second ordre, et bien souvent à coefficients constants, lorsque les liaisons sont indépendantes du temps. Fréquemment aussi, le temps ne figure pas dans les équations.

» Il arrive aussi, dans bien des cas, que les mouvements que l'on étudie n'ont pas besoin d'être discutés dans tous leurs instants, et que la détermination explicite du temps n'est pas indispensable, mais que l'équation en elle-même n'est pas d'une discussion aisée. Lorsqu'il s'agit d'une seule variable, on peut considérer le problème comme revenant à l'étude d'un mouvement rectiligne, et dans ce cas la discussion et l'intégration peuvent être facilitées en opérant comme il suit :

» Considérons une équation différentielle du deuxième ordre à coefficients constants

$$f\left(u, \frac{du}{dt}, \frac{d^2u}{dt^2}\right) = 0$$

et joignons à cette équation le système

$$x = u, \qquad y = \frac{du}{dt} = u', \qquad z = \frac{d^2u}{dt^2} = u''.$$

On voit qu'à chaque position du mobile u, animé de la vitesse u' et possédant l'accélération u'', correspond dans l'espace un point que nous appellerons, pour abréger, *point directeur*, et dont les coordonnées par rapport à l'axe Ox du mouvement du mobile et à deux axes Oy et Oz rectangulaires sont respectivement les position, vitesse et accélération du mobile au même instant, de telle sorte que la situation du point directeur définit à chaque moment tous les éléments du mobile. En vertu de l'équation différentielle, le point directeur se meut sur la surface dont l'équation est

$$(1) \qquad f(x, y, z) = 0,$$

de telle sorte que la discussion de cette surface fournit déjà des indications sur la nature du mouvement. Si la surface est finie, telle qu'un ellipsoïde ou un tore, tous les éléments x, y, z restent finis, ainsi que tous les élé-

ments du mouvement. Si la surface a un plan asymptote parallèle au plan des xz, la vitesse du mobile tend vers cette limite, ou du moins ne peut pas la dépasser, etc. Dans un problème de Mécanique, cette simple discussion peut déjà fournir des indications utiles. Elle a, de plus, l'avantage de n'exiger qu'un examen géométrique de la question, sans aucune considération d'analyse infinitésimale, et cela alors même que l'équation différentielle serait d'un degré fort élevé, ce qui en rendrait la discussion compliquée sous la forme analytique.

» Mais le point directeur n'est pas seulement astreint à se déplacer sur la surface : ses coordonnées sont, en outre, reliées entre elles et au temps par les deux relations

$$v = \frac{dx}{dt} \qquad \text{et} \qquad z = \frac{dy}{dt}$$

à l'une desquelles il convient de substituer

$$(2) \qquad y\,dy - z\,dx = 0.$$

» Cette équation n'est autre que l'équation différentielle des forces vives, traduite géométriquement : nous dirons donc, pour abréger, que le point directeur décrit sur la surface (1) la courbe des forces vives. Cette considération peut faciliter également l'étude du problème défini par l'équation différentielle en permettant de recourir dans certains cas à des discussions ou à des tracés géométriques.

» Ainsi, le problème du mouvement d'un mobile lancé verticalement, et éprouvant de la part de l'air une résistance proportionnelle à la densité de la zone traversée et à une puissance m de la vitesse, ayant pour équation différentielle

$$m\frac{d^2u}{dt^2} = -p + gcv^m(1 - bu),$$

est ramené à l'étude de la surface

$$(1') \qquad z = g + cy^m(1 - bu)$$

sur laquelle le point directeur décrira la courbe

$$(2') \qquad y\,dy - z\,dx = 0.$$

» Comme conclusion de ce qui précède, nous énoncerons donc qu'il y aura généralement avantage, avant d'entreprendre la discussion analytique de l'équation différentielle, à examiner la surface qu'elle représente

par transformation, et, si possible, la *courbe des forces vives* correspondante.

» Il est à remarquer que les équations (1) et (2) définissent une famille de courbes

$$f(x, y, z) = 0,$$
$$\varphi(x, y, z) = \alpha,$$

tracées sur ladite surface, et que la combinaison des deux équations ci-dessus peut conduire à des relations plus simples et, par suite, à une discussion plus aisée du problème, que l'interprétation immédiate du théorème des forces vives.

» Lorsque le second membre de l'équation (1), au lieu d'être nul, est une fonction $F(t)$ du temps, l'intégration serait sans doute plus malaisée, et la surface transformée ne pourra non plus se discuter dans les mêmes conditions.

» Mais il se présentera bien des cas où l'on pourra définir des périodes t_0, t_1, t_2 pendant lesquelles la fonction $F(t)$ restera comprise entre deux limites finies et déterminées, et suffisamment rapprochées pour que l'on puisse lui donner une valeur moyenne. Dans ces conditions, la discussion géométrique de l'équation pourra souvent s'effectuer utilement.

» Lorsque l'équation différentielle du second ordre est en même temps du deuxième degré, la surface transformée est une quadrique et la connaissance des propriétés de ces surfaces fournira facilement des indications sur la solution du problème, en ramenant l'examen de l'équation différentielle à des discussions géométriques sur des surfaces connues.

» En particulier, lorsque l'équation différentielle n'a pas de termes du premier degré, et que la surface transformée a un centre, le problème se ramène à la résolution de deux équations différentielles du premier ordre et du premier degré, et lorsque la transformée se trouve en outre rapportée à ses axes, le problème de l'intégration peut se résoudre complètement. C'est ce qui fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dédoublement catalytique des alcools par les métaux divisés : alcools primaires forméniques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Sanderens.**

« Dans une récente Communication (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 738), nous avons indiqué que l'alcool éthylique est facilement dédoublé en aldé-

hyde et hydrogène, par le cuivre réduit agissant entre 200° et 330°. Le nickel réduit amène un dédoublement analogue, mais l'aldéhyde formée est partiellement décomposée, et cette destruction est d'autant plus importante que la température est plus haute. La mousse de platine, le cobalt réduit se comportent d'une manière peu différente.

» Les alcools primaires forméniques donnent lieu à des réactions similaires.

» 1. CUIVRE RÉDUIT. — Pour tous les alcools forméniques qui ont été étudiés, le cuivre réduit permet de réaliser facilement, dans des limites assez étendues de températures, le dédoublement net de l'alcool en aldéhyde et hydrogène, sans réactions accessoires notables, selon la formule

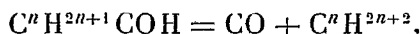


$$C^nH^{2n+1}CH^2.OH = H^2 + C^nH^{2n+1}.CO\,H.$$

» Le produit condensé contient, à côté de l'alcool qui a échappé à la réaction, l'aldéhyde accompagnée d'une très faible quantité de produits supérieurs, savoir : acétal correspondant et aldéhyde incomplète issue de la déshydratation de l'aldol formé. Ainsi, l'aldéhyde propylique renferme une petite quantité de méthyl-2-penténal, bouillant à 137°.

» Le rendement pratique en aldéhyde, sauf pour le méthanal, très difficile à condenser, peut dépasser 50 pour 100, et cette méthode peut être avantageusement suivie pour produire les aldéhydes que leur extrême oxydabilité rend difficiles à préparer par oxydation ménagée des alcools.

» Quand la température s'élève au-dessus d'une certaine limite, les aldéhydes formées sont partiellement détruites au contact du cuivre divisé, ainsi que nous l'avons vérifié directement, et l'on a



$$C^nH^{2n+1}COH = CO + C^nH^{2n+2}.$$

Dans ce cas, la réaction finale à partir de l'alcool sera



$$C^nH^{2n+1}CH^2OH = CO + C^nH^{2n+2} + H^2.$$

» Mais sauf pour l'alcool méthylique, cette destruction des aldéhydes, consécutive à leur formation, n'est pas encore très importante au-dessous de 400°.

» Voici les résultats comparatifs obtenus avec les divers alcools, dans des conditions expérimentales similaires.

» *Méthanol.* — Dès 200°, production nette de méthanal, sans aucune destruction. A 300°, $\frac{1}{7}$ de l'aldéhyde est détruit; à 400°, les $\frac{3}{4}$ de l'aldéhyde sont détruits.

» *Éthanol.* — Ainsi qu'il a déjà été indiqué, l'éthanal est produit, sans aucune destruction, de 200° à 350°. A 480°, $\frac{1}{6}$ est détruit.

» *Propanol*-1. — De 230° à 240°, il y a production de propanal, tout à fait stable; à 385°, le $\frac{1}{20}$ était détruit; à 420°, le $\frac{1}{4}$ était détruit en oxyde de carbone et éthane.

» *Butanol*-1. — De 220° à 260°, production exclusive de butanal stable : à 370°, $\frac{1}{6}$ de celui-ci est détruit en propane et oxyde de carbone.

» *Méthyl-2-propanol*-1. — A 240° il y a production exclusive de l'aldéhyde : à 300°, $\frac{1}{17}$ de celle-ci est détruit; à 400° près de la moitié est décomposée en propane et oxyde de carbone.

» *Méthyl-2-butanol-4* (alcool amylique ordinaire). — De 240° à 300°, il y a production exclusive d'aldéhyde; à 370°, $\frac{1}{17}$ de celle-ci est détruit; à 430°, le $\frac{1}{4}$ est décomposé en oxyde de carbone et méthylpropane.

» La facilité du dédoublement de l'alcool en hydrogène et aldéhyde est d'autant plus grande que le poids moléculaire est plus petit : il commence au-dessous de 200° pour les trois premiers, méthylique, éthylique, propylique; seulement au-dessus de 220°, pour les alcools butylique et isobutylique; vers 240° pour l'alcool amylique.

» Il n'en est pas ainsi pour la stabilité de l'aldéhyde : sauf pour le méthanal, qui se dédouble avec plus de facilité, la scission des aldéhydes en oxyde de carbone et carbure forménique a lieu plus aisément pour les molécules plus lourdes : la plus stable est l'éthanal, puis le propanal.

» 2. Nickel réduit. — Le nickel réduit agit sur les alcools plus violemment que le cuivre, et le dédoublement des alcools primaires en hydrogène et aldéhyde est toujours accompagné d'une scission plus ou moins importante de cette dernière en hydrocarbure et oxyde de carbone. L'action se complique d'ailleurs, comme nous l'avons indiqué à propos de l'alcool éthylique, par l'action propre que le nickel exerce aux températures de réaction sur l'oxyde de carbone, qu'il détruit en charbon et anhydride carbonique, ou bien dont il réalise l'hydrogénation en méthane.

» Le *méthanol* est décomposé régulièrement dès 180°; mais la majeure partie, plus des $\frac{2}{3}$, du méthanal est détruite. A 250°, il ne reste que $\frac{1}{9}$ de l'aldéhyde produite; à 350° elle est complètement décomposée, et les gaz dégagés ne renferment que de l'anhydride carbonique et du méthane, provenant de la transformation du mélange ($CO + H^4$).

» Avec l'*éthanol,* on a déjà dit qu'à 178° il y a production d'aldéhyde, dont près de la moitié est déjà détruite. A 320°, les $\frac{19}{20}$ sont décomposés.

» *Propanol*-1. — Dès 185°, production d'aldéhyde dont plus de $\frac{1}{3}$ est détruit; à 260°, les $\frac{3}{4}$ sont décomposés; la destruction est complète à 360°. Nous avons vérifié directement que le propanal est très rapidement dédoublé par le nickel à 236°.

» *Butanol*-1. — A 190°-200°, il y a formation de butanal, dont plus de la moitié est détruite; à 240° les $\frac{11}{12}$ sont décomposés.

» *Méthyl-2-propanol*-1. — La réaction est rapide dès 205°, où la destruction de l'aldéhyde formée atteint déjà $\frac{2}{3}$.

» *Méthyl-2-butanol-4*. — A 200°-210°, il y a production rapide de valéral, dont plus de la moitié se trouve décomposée.

» On voit qu'avec le nickel la température à laquelle le dédoublement en aldéhyde commence à se produire est à peu près la même pour tous les alcools primaires forméniques et est toujours plus basse qu'avec le cuivre : elle est voisine de 180°. Quant à la stabilité des aldéhydes en présence du métal, elle est très inégale : minima pour le méthanal, presque entièrement dédoublé à 250°, elle est la plus grande pour les alcools éthylique et propylique, et va en diminuant quand le poids moléculaire s'élève.

» 3. COBALT RÉDUIT. — Le cobalt réduit peut, à une température un peu plus élevée que le nickel, provoquer de la même manière le dédoublement des alcools en hydrogène et aldéhyde; mais la réaction de destruction des aldéhydes est inséparable de la formation et s'introduit plus vite qu'avec le nickel.

» Ainsi le *propanol*-1 fournit, dès 210°-220°, de l'aldéhyde; mais plus de $\frac{1}{4}$ de celle-ci est déjà dédoublé en oxyde de carbone et éthane.

» 4. MOUSSE DE PLATINE. — La mousse de platine agit de la même façon à une température plus élevée que le cuivre et, dans tous les cas, supérieure à 250°. La destruction de l'aldéhyde produite est, d'ailleurs, toujours très importante.

» Le *méthanol* est dédoublé nettement dès 250° : il ne fournit guère que des traces d'aldéhyde, celle-ci étant presque totalement scindée en hydrogène et oxyde de carbone.

» L'*éthanol* réagit dès 270° ; à 310°, l'action est assez rapide, mais les trois quarts de l'aldéhyde sont détruits.

» Le *propanol*-1 est dédoublé à partir de 280° : à 310°, l'aldéhyde est presque complètement décomposée en oxyde de carbone et carbure forménique. Nous avons d'ailleurs vérifié directement que le *propanol*, en présence de mousse de platine, est rapidement dédoublé à partir de 275°.

» La stabilité est encore minima pour l'alcool méthylique.

» On voit que le cuivre réduit est de beaucoup préférable au nickel, au cobalt, et au platine, pour réaliser pratiquement le dédoublement des alcools primaires forméniques en hydrogène et aldéhydes correspondantes. Son emploi constitue en réalité une méthode avantageuse de préparation de ces dernières ; la seule difficulté pratique qu'on y rencontre est la condensation des aldéhydes, quand elles sont très volatiles, parce que l'hydrogène dégagé en entraîne une certaine quantité : pour rendre celle-ci peu importante, il est nécessaire d'opérer la condensation à température aussi basse que possible.

» Nous nous proposons d'indiquer ultérieurement les résultats relatifs à l'alcool allylique, à l'alcool benzylique, ainsi qu'aux alcools secondaires et tertiaires. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sons émis par le sable en mouvement.* Note de M. LORTET.

« Le grand temple d'Abou-Simbel, en Nubie, est séparé de son voisin, le petit temple dédié à la reine Nephertari, par une coulée de sable très fin descendant du plateau supérieur, haut d'environ 60^m au-dessus du niveau du Nil. Tous les rochers circonvoisins sont formés par le grès de Nubie manganésifère, d'un beau jaune d'or. Immédiatement au nord du petit temple, un autre ravin, rempli de sable très fin aussi, descend en entonnoir borné au nord et au sud par deux crêtes rocheuses. La pente en est extrêmement raide; je l'évalue à peu près à la moitié d'un angle droit. Aussi, lorsqu'on y arrive par le plateau supérieur, on ne peut croire qu'il soit possible de descendre une déclivité pareille sans être précipité dans le fleuve, qui forme au bas de la pente des remous peu rassurants. Cette descente est cependant possible, pour peu que l'on sache garder l'équilibre. Grâce à la fluidité du sable, on enfonce à mi-jambes, mais, à chaque pas fait en avant, on voit couler autour de soi une épaisse couche de sable formant une zone mobile presque circulaire.

» Lorsqu'on est arrivé ainsi à mi-chemin entre la crête supérieure et le Nil, on entend petit à petit un ronflement sonore se produire sous les pieds, dans la masse sableuse mise en mouvement.

» Ce bruit ressemble à celui que produirait un train éloigné, ou peut-être plus exactement au ronflement d'une dynamo en activité. En même temps, on sent très nettement que les pieds et les jambes sont secoués par une trépidation légère. Le son émis par le sable persiste pendant plusieurs minutes, quand bien même on reste immobile.

» Ce phénomène bizarre, qu'on peut reproduire à volonté, dure jusqu'à ce qu'on soit arrivé à la base de la coulée, là où le sable n'a plus qu'une faible profondeur. A quoi peut-on attribuer la production de ces sons si intenses? Ils sont dus évidemment à la mise en mouvement des grains de sable. Mais comment les petits chocs que reçoivent les particules sableuses peuvent-ils engendrer un bruit d'une pareille intensité? Y a-t-il, dans les rochers sous-jacents, des cavités pouvant augmenter par leur résonance la force du son produit? C'est ce que je ne puis dire. Il faudrait, pour résoudre le problème, pouvoir faire une exploration sérieuse de la localité.

» Depuis mon retour au Caire, on m'a affirmé qu'à Tor, au pied du

Sinaï, dans certaines conditions analogues, les coulées de sable fin émettent des sons de cloche.

» Quoi qu'il en soit, je me permets d'appeler l'attention des voyageurs, des géologues et des physiciens, sur un phénomène qu'ils pourront constater facilement et à volonté à Abou-Simbel, et qu'il serait intéressant d'étudier avec une précision scientifique. »

M. **Ch. André** annonce que, malgré des conditions assez défavorables, l'observation de l'éclipse de Lune des 11-12 avril, à l'Observatoire de Lyon, a permis d'obtenir les époques de neuf immersions et de six émersions d'étoiles, ainsi qu'un ensemble de mesures sur une appulse dont les conditions paraissent devoir être favorables au calcul. Dès que la discussion de ces nombres sera terminée, il en sera rendu compte à l'Académie.

M. **Albert Gaudry** fait hommage à l'Académie d'un Opuscule qu'il vient de publier sous le titre : « Contribution à l'histoire des Hommes fossiles ». (Extrait de l'*Anthropologie*, t. XIV; janvier-février 1903.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume adressé par M. *Bernard Renault* et portant pour titre : « Société d'Histoire naturelle d'Autun, 15e *Bulletin* ». (Présenté par M. Albert Gaudry.)

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la projection de la matière autour de l'étincelle électrique.* Note de M. **Jules Semenov**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une série d'expériences sur la décharge électrique dans la flamme [1], j'ai pu constater que la matière du pôle négatif ne se portait pas nécessairement vers le pôle positif et que, par des artifices quelconques, on pouvait dévier ou même arrêter complètement le courant négatif de la matière, sans interrompre le courant électrique.

» En poursuivant ces recherches, je voulais me rendre compte, d'une

[1] *Comptes rendus*, 1902, mai, juin, juillet.

part, de quelle façon la matière du pôle positif était transportée sur le pôle négatif et, d'autre part, s'il existait un moyen de faire dévier du trajet de l'étincelle la vapeur du pôle positif, sans empêcher la décharge de se produire.

» Dans ce but, j'ai employé deux méthodes : l'une consiste à étudier les dépôts formés sur des lames de verre autour de l'étincelle ; l'autre méthode se réduit à l'analyse spectroscopique d'une étincelle qui traverse une flamme longue et mince.

» Les dépôts se formaient dans les conditions suivantes : un bec de gaz, d'un orifice de $0^{mm},5$ de diamètre, était relié à un pôle d'une bobine d'induction, l'autre pôle communiquant avec une plaque de fer, placée horizontalement à 8^{cm} au-dessus du bec de gaz. Une étincelle éclatait entre cette plaque et une flamme de gaz d'éclairage, longue de 3^{cm} à 4^{cm}. De petites lames de verre étaient portées au moyen de supports, à des hauteurs variées, à partir de 4^{mm} au-dessous de l'orifice du bec jusqu'au voisinage immédiat de la plaque de fer. En protégeant la flamme contre les courants d'air, je pouvais placer les lames de verre très près de l'étincelle, sans qu'elles se brisent. En expérimentant de la sorte j'ai pu obtenir sur des lames, placées soit horizontalement, soit verticalement, des dépôts dont l'aspect différait suivant la position de la lame. L'analyse microchimique et l'analyse au miscroscope polarisant m'ont montré que le dépôt était formé uniquement du soufre provenant du gaz d'éclairage. A en juger par l'aspect général des dépôts obtenus sur plusieurs dizaines de lames de verre, il semble que la matière soit projetée dans toutes les directions autour de l'étincelle.

» La figure représente une microphotographie (grossissement : 60 diamètres)



d'un dépôt formé en 6 heures d'expérience, la lame de verre étant placée au ras du bec de gaz. On y voit des arcs de maxima et de minima de densité des dépôts. Ces

arcs correspondent, probablement, aux décharges multiples produites par chaque interruption du courant primaire. La vapeur du soufre est projetée autour de l'étincelle sous forme de petits globules qui s'élargissent en s'éloignant du point de leur émission. En outre, ils possèdent un noyau entouré d'une ou de plusieurs couches concentriques, formées de petits grains transparents. Au delà de la deuxième zone, les grains se déposent sans aucun ordre; ils deviennent de plus en plus volumineux, tout en accusant une structure nettement cristalline. A une distance de 4^{cm} à 5^{cm}, les cristaux sont bien formés et agissent sur la lumière polarisée.

» Il résulte de cette analyse que les gaz et les vapeurs, traversés par une étincelle, sont projetés autour de celle-ci dans toutes les directions grâce à l'élévation brusque de la température. Le sens du courant de décharge ne paraît exercer aucune influence sur le sens de cette projection.

» La seconde série d'expériences visait, comme il a été dit, l'étude spectroscopique de l'étincelle traversant une flamme fine, placée entre deux électrodes métalliques.

» Dans ces conditions, et malgré la présence du condensateur mis en dérivation sur le secondaire de la bobine, on obtient une étincelle, très brillante, pouvant atteindre une longueur de 2^{cm}. A l'aide d'une lentille, je projetais une région quelconque de l'étincelle horizontale sur la fente verticale d'un spectroscope à vision directe. Avec des électrodes d'un seul métal ou de deux métaux différents (plomb, étain, cadmium ou zinc), j'ai pu constater que l'étincelle présente, au point de vue spectroscopique, trois régions différentes : au milieu, dans la région de la flamme, on ne voit, au spectroscope, que les raies de l'air, tandis qu'au voisinage de chaque électrode on aperçoit simultanément les raies de l'air et des raies métalliques. Lorsque les électrodes sont constituées par deux métaux différents, on voit, au voisinage de chacune d'elles, le spectre d'un seul métal, de celui qui constitue l'électrode. Une self-induction, intercalée dans le secondaire de la bobine, élimine complètement les raies de l'air : au voisinage des pôles, on ne voit alors que le spectre du métal correspondant avec les modifications signalées par M. Hemsalech, tandis que le milieu de l'étincelle ne fournit plus aucun spectre. En diminuant la longueur de l'étincelle, on voit apparaître d'abord les raies métalliques disparues avec l'introduction de la self-induction, et ensuite quelques raies de l'air.

» Il s'ensuit que, dans les conditions décrites, les vapeurs métalliques qui se produisent sur les deux électrodes, au lieu de se diriger sur l'électrode opposée, sont entraînées par la flamme, si bien que la région médiane de l'étincelle en demeure complètement dépourvue.

» J'en conclus que le transport de la matière par l'étincelle n'est pas une condition essentielle de la décharge électrique; ce transport n'est qu'un phénomène secondaire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Action des corps radioactifs sur la conductibilité électrique du sélénium.* Note de M. **Edmond van Aubel**, présentée par M. Lippmann.

« F. Himstedt (¹) et Eugène Bloch (²) ont montré que les rayons du radium agissent sur la conductibilité électrique du sélénium : la diminution de résistance observée est du même ordre de grandeur que les modifications produites par la lumière et par les rayons de Röntgen, mais elle se manifeste plus lentement. D'autre part, W.-J. Russell (³) a réalisé plusieurs expériences qui établissent que le peroxyde d'hydrogène agit d'une manière intense sur la plaque photographique, et J. Sperber (⁴) a étudié l'action photochimique de l'essence de térébenthine. Dans de récents travaux, L. Graetz (⁵) a prouvé que les phénomènes produits par le peroxyde d'hydrogène sont, en plusieurs points, analogues à ceux que donnent les rayons cathodiques et ceux de Becquerel, mais l'énorme influence de la température sur l'action photographique est une propriété caractéristique de ces nouvelles radiations.

» Il m'a paru intéressant de rechercher comment le sélénium se comporte vis-à-vis des nouveaux corps radioactifs.

» A cet effet, un élément au sélénium très sensible à l'action de la lumière, construit par J.-W. Giltay, a été placé dans l'obscurité au-dessus d'une cuvette en porcelaine contenant de l'eau oxygénée à 30 pour 100 en poids de peroxyde d'hydrogène. Une plaque en laiton, de 1^{mm} d'épaisseur, pouvait être interposée entre le sélénium et la couche d'eau oxygénée, afin de permettre de supprimer l'action du corps radioactif. Le tout était placé dans une caisse en bois et soustrait à l'influence de la lumière.

» La résistance électrique du sélénium était mesurée par la méthode du pont de Wheatstone. Lorsque la plaque de laiton était interposée, la résistance était 496 000 ohms; en tirant cette plaque, on laissait agir les rayons émis par le peroxyde d'hydrogène et la résistance tombait, en 3 à 4 minutes, jusqu'à 324 000 ohms. En replaçant l'écran de laiton, on observait que le sélénium reprenait très lentement sa résistance primitive.

» Ensuite une cuvette en porcelaine contenant de l'essence de térébenthine a été substituée à celle qui renfermait l'eau oxygénée et les mêmes expériences ont été

(¹) *Annalen der Physik*, 1901.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 914.
(³) *Proceedings of the Royal Society*, Vol. LXIV, 1899, p. 409.
(⁴) *Beiblätter zu den Annalen der Physik*, Vol. XXIII, 1899, p. 127.
(⁵) *Physikalische Zeitschrift*, 4ᵉ année, 1902 et 1903, p. 160 et 271.

répétées. La résistance électrique, qui était au début 461 000 ohms, est devenue 386 000 ohms après que le sélénium eut été exposé pendant 15 minutes à l'action de l'essence. La diminution de résistance se produisait maintenant beaucoup plus lentement que précédemment, et il en était de même du retour à la valeur primitive de la résistance électrique.

» Dans toutes les expériences, la distance de la plaque de sélénium à la couche liquide était environ 3^{cm}.

» Ces résultats montrent que les corps radioactifs agissent sur le sélénium, comme la lumière ou les radiations de Röntgen, mais que l'influence se fait sentir beaucoup plus lentement; ils me paraissent établir aussi que le peroxyde d'hydrogène et l'essence de térébenthine émettent des rayons. »

PHYSIQUE. — *Sur le dichroïsme magnétique et électrique des liquides.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note précédente, j'ai signalé le dichroïsme que peuvent présenter les liquides dans un champ magnétique, c'est-à-dire l'inégalité d'absorption des deux composantes lumineuses qui vibrent parallèlement et perpendiculairement au champ magnétique. J'ai continué l'étude de ce phénomène, qui donne lieu aux remarques suivantes :

» Il se produit pour des liquides tels que le sulfure de carbone, l'essence de térébenthine, la benzine, le bichlorure d'étain, associés à certains corps colorés tels que le bichromate de potasse, le sulfate de cuivre, l'hélianthine, la roccelline, ou plus exactement tenant en suspension des particules de ces matières absorbantes. Tout se passe comme si le champ donnait à ces particules une orientation suivant les lignes de forces et si les vibrations subissaient une absorption particulière suivant qu'elles sont parallèles ou perpendiculaires aux filaments ainsi constitués dans la masse liquide.

» La nature du liquide employé, celle de la substance solide, et enfin le groupement des deux corps, influent très énergiquement sur l'intensité du phénomène : ainsi le sulfure de carbone est actif lorsqu'il est mis en présence du bichromate de potasse, du sulfate de cuivre, de la roccelline, de l'hélianthine, de la chrysophénine, de la crysoïdine, du rouge de Bordeaux, de l'éosine, de l'érythrosine; il est inactif avec le sulfate de fer, l'iodure de mercure, le minium, l'iode et un grand nombre de dérivés de l'aniline; le rouge de Bordeaux est au contraire inactif avec l'essence de

térébenthine, aussi bien que le bichromate de potasse en présence de l'eau, de l'alcool, de l'éther, du chloroforme. L'état de suspension des particules colorées ne suffit donc pas pour produire le phénomène; d'ailleurs, les poudres amorphes telles que le lycopode, l'amidon, ne rendent pas non plus les liquides actifs et il y a une action particulière à chaque substance solide et à chaque groupement avec le liquide; l'action peut même changer de *signe* lorsqu'on associe un solide avec deux liquides différents, ou encore un liquide avec deux solides.

» Ce phénomène est en effet susceptible de se produire de deux façons et d'être caractérisé par un signe; car la vibration la plus absorbée peut être celle qui s'effectue parallèlement au champ, ou celle qui lui est perpendiculaire. Le premier cas est analogue à celui qui se présente dans les cristaux dichroïques positifs tels que le quartz enfumé (1), et nous l'appellerons le *dichroïsme positif*, par une sorte d'extension de la remarque de Babinet sur l'absorption généralement plus intense de la vibration la plus lente. Le second cas est analogue à celui qui se présente dans la plupart des cristaux négatifs tels que la tourmaline; nous l'appellerons le *dichroïsme négatif* (sans que cela préjuge rien au sujet du signe de la réfringence possible). Or, le sulfate de cuivre dans le sulfure de carbone donne le dichroïsme positif, tandis que dans l'essence de térébenthine il donne le dichroïsme négatif; d'ailleurs, ce renversement ne tient pas uniquement au changement du liquide; car le bichromate de potasse donne le dichroïsme négatif tant avec le sulfure de carbone qu'avec l'essence, tandis que de son côté la roccelline donne un dichroïsme positif dans les deux cas.

» On est donc ainsi amené à placer les corps dans deux catégories, ainsi que le résume ce Tableau :

Dichroïsme positif.	Dichroïsme négatif.
Sulfure de carbone avec roccelline.	Sulfure de carbone avec bichromate de potasse.
Sulfure de carbone avec hélianthine.	Essence de térébenthine avec bichromate de potasse.
Sulfure de carbone avec rouge de Bordeaux.	Essence de térébenthine avec sulfate de cuivre.
Sulfure de carbone avec sulfate de cuivre.	
Essence de térébenthine avec roccelline.	
Essence de térébenthine avec hélianthine.	

» Ainsi, pour les corps de la première colonne, la vibration suivant le

(1) Rappelons à ce propos que le dichroïsme des cristaux semble lié à la présence de particules absorbantes disséminées dans la masse.

champ est la plus absorbée; on a le résultat contraire pour les corps de la seconde colonne.

» En outre, cette inégalité d'absorption des deux composantes principales donne lieu à un autre phénomène qui se produit en même temps, sans qu'il soit cependant une conséquence nécessaire du premier. Faisons tomber sur la cuve de la lumière polarisée à 45° de la direction du champ, les deux composantes égales suivant l'axe et suivant la perpendiculaire seront inégalement transmises et pourront, si elles se recombinent ensuite sans retard, donner une vibration rectiligne qui ne sera plus inclinée à 45°; il pourra donc y avoir une déviation du plan de polarisation analogue à celle qui se produit dans la réflexion et dans la réfraction vitreuse. Toutefois, ce phénomène n'est pas absolument nécessaire, car il pourrait se faire que les deux vibrations ne soient plus capables d'interférer, auquel cas la lumière ainsi dépolarisée donnerait naissance à un faisceau partiellement polarisé suivant l'une des deux directions principales. La détermination du plan de polarisation de la lumière émergente permet de distinguer entre ces deux conséquences; j'ai constaté avec l'hélianthine dans le sulfure de carbone que c'était le premier cas qui était réalisé et qu'il y avait une déviation du plan de polarisation qui le rapproche d'un des plans principaux; le phénomène se produit graduellement dans les différentes couches, augmente avec l'épaisseur et donne lieu à une sorte de polarisation rotatoire magnétique de la lumière (par dichroïsme) dans une direction perpendiculaire au champ magnétique (1). Je n'ai pas constaté de polarisation elliptique, c'est-à-dire de biréfringence magnétique dans ces circonstances.

» Plusieurs de ces corps, entre autres l'hélianthine ou la rocceline, dans le sulfure de carbone, ont encore présenté une particularité curieuse. La dissymétrie créée subsiste pendant quelques secondes après la suppression du champ magnétique; l'agitation la fait alors disparaître plus rapidement; mais à ce propos j'ai constaté que cette agitation n'empêchait pas le phénomène d'apparaître, même si on la produit pendant qu'on excite le champ et qu'on le maintient.

» Enfin j'ai cherché si le champ électrique ne produisait pas des phénomènes analogues; je ne l'ai constaté qu'avec l'hélianthine dans le sulfure de carbone, qui donne alors un dichroïsme négatif, tandis que cette même liqueur donne un dichroïsme positif dans le champ magnétique; en cherchant la rotation du plan de polarisation, j'ai constaté, cette fois, une biréfringence appréciable; on sait que le champ électrique produit une double réfraction notable (phénomène de Kerr), tandis que la biréfringence magnétique n'a guère été constatée jusqu'ici, sauf dans le cas des flammes absorbantes. »

---

(1) Kerr avait signalé l'existence d'une déviation du plan de polarisation dans le cas du bichlorure d'étain.

PSYCHOPHYSIOLOGIE. — *Contribution expérimentale à la physiologie de la mort.* Note de MM. **N. Vaschide** et **Cl. Vurpas.**

« L'étude physiologique de nombreux mourants nous a montré une similitude dans la production et la succession des différents phénomènes par lesquels l'individualité s'achemine à la mort, permettant d'établir de véritables lois, qui présideraient à la connaissance du problème de la physiologie de la mort. Dans un cas heureux même, nous avons pu recueillir des tracés précis du pouls capillaire, de la respiration, du cœur. Nous avons enregistré ces divers phénomènes; nous avons eu ainsi le graphique de la dernière respiration, du dernier battement cardiaque.

» Dans tous ces cas, nous avons scrupuleusement observé les sujets pendant tout le cours de leur maladie; nous avons assisté à toutes les modifications psychologiques et biologiques, qui avaient marqué le cours et les diverses phases de leur affection; nous avons suivi pas à pas, minute par minute, les malades dans leur agonie, nous avons soigneusement noté leurs spasmes, leurs moindres mouvements, leurs derniers gestes. Les battements cardiaques, l'état du pouls, l'aspect de la respiration ont spécialement attiré notre attention. Le pouls était observé au niveau de la région carotidienne, où il est le plus fort, et observable à l'œil par les ressauts qu'il imprime à la peau de cette région, et peut de la sorte être comparé, lié, si l'on peut ainsi dire, à la modalité de la respiration, en même temps que l'on peut suivre facilement les modifications et les expressions de la mimique, ainsi que la position des yeux, l'aspect du regard, etc. Dans le cas où les phénomènes physiologiques purent être enregistrés graphiquement, le pouls capillaire fut pris à la main droite et à la main gauche, avec des tambours différents et à des vitesses différentes; il en fut de même pour la courbe respiratoire, le tracé cardiaque.

» Nous ne rappellerons que les données générales, montrant la succession des phénomènes qui caractérisent la mort.

» Il résulte de nos recherches que, au point de vue biologique, du moins dans la mesure où nous avons pu observer nos sujets, il est possible de distinguer trois grandes phases dans la dissolution finale de l'organisme.

» La *première* consiste et trouve sa manifestation dans des modifications vasomotrices, respiratoires et circulatoires, qui se rapprochent sensiblement des troubles

qu'on observe chez les animaux dont l'écorce cérébrale a été détruite. Les troubles vaso-moteurs finissent souvent par une paralysie vaso-motrice, qui précède même d'assez loin les changements consécutifs qui caractérisent l'agonie et la mort.

» La *deuxième* phase se traduit par l'activité bulbaire typique, et par des troubles de la coordination, qui rappellent schématiquement certaines affections de la moelle.

» Ce qui marque la *troisième* phase, c'est l'existence de râles respiratoires, ainsi qu'un amoindrissement de la vitalité générale. La survie semble due alors, en grande partie, à la vie intrinsèque du muscle cardiaque et à sa force impulsive. Le cœur agit dans ce cas mécaniquement, et c'est grâce à son action excitatrice sur le phrénique que la respiration s'effectue, soit sous une forme superficielle, soit sous une forme d'inspirations profondes et rares.

» Il va de soi que nos remarques ne pourront être généralisées qu'après patiente vérification, et lorsqu'elles seront basées sur un grand nombre de cas. Car, plus que dans tout autre problème biologique, les phénomènes vitaux suivent ici des lois capricieuses et difficilement saisissables.

» On meurt, en somme, par étapes. On assiste d'abord à l'épuisement de la conscience et des phénomènes psychophysiologiques, qui constituent la personnalité.

» Puis vient l'agonie du bulbe, agonie d'autant plus lente et variée que les sujets subissent l'influence de maladies infectieuses ou que, timides par nature, ils ont été émus par la crainte de la mort, émotion qui a une physionomie bien particulière au point de vue psychologique.

» La troisième étape est la mort du cœur, mort toujours lente, agonisante. Le cœur se défend par lui-même, dans l'organisme envahi par des déchets de toutes sortes; il représente la suprême source de vie et ouvre ainsi la voie, plus qu'on ne pourrait le penser, à la connaissance de tout un monde de phénomènes biologiques inconnus et peu étudiés, même chez les animaux, où l'expérimentation a libre cours et peut se renouveler à volonté. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les principales Légumineuses alimentaires des Colonies françaises.* Note de M. **Balland**.

« Arachide. — On admet aujourd'hui que l'Arachide ou Pistache de terre (*Arachis hypogæa*) est de provenance américaine et vraisemblablement brésilienne. Ses graines sont utilisées, notamment en Afrique, comme un élément important d'alimentation. Les écarts d'analyses mentionnés plus loin ont été observés sur 15 échantillons.

» Cajan. — Le Cajan (*Cajanus indicus*) paraît originaire de l'Afrique équatoriale; il est vulgairement désigné dans nos colonies sous les noms d'*Ambrevade, Pois d'Angola,*

Pois du Congo, Pois pigeon, etc. Les graines servent à la nourriture des indigènes, mais les colons européens ne les mangent qu'à l'état vert, à la façon des petits pois. Les analyses effectuées sur 12 échantillons ont donné les écarts indiqués ci-après.

» DOLIQUES. — Il existe plusieurs espèces de Doliques; l'une des plus répandues est le Lablab (*Dolichos lablab*), originaire de l'Inde. Les graines du Vigna Catjang (*Dolichos sinensis*) sont appelées *Voamba* à Madagascar, *Voèmes* à la Réunion et *Niébés* au Soudan. Tous ces produits alimentaires se rapprochent beaucoup par leur composition chimique. Les analyses ont été faites sur 32 échantillons.

» HARICOT COURBÉ. — Le Haricot courbé (*Phaseolus lunatus*), originaire du Brésil, est actuellement très répandu dans les pays tropicaux. On en trouve dans nos colonies de nombreuses variétés, sous les noms de *Haricot de Lenia, Pois du Cap, Pois savon, Pois de sept ans,* etc. 6 échantillons ont été analysés.

» HARICOT MUNGO. — Le *Phaseolus mungo,* très cultivé dans l'Asie méridionale et en Afrique, produit des graines d'un vert plus ou moins foncé, souvent désignées par les colons européens sous le nom de *Lentilles* (*lentilles du Cambodge, lentilles malgaches,* etc.), bien que leur forme ne soit pas lenticulaire. 8 échantillons analysés.

» HARICOT ORDINAIRE. — Le Haricot ordinaire (*Phaseolus vulgaris*), qui est originaire d'Amérique, est extrêmement répandu dans nos colonies. On y trouve des variétés aussi nombreuses qu'en France. L'analyse de 50 échantillons montre que leur valeur alimentaire ne diffère pas de celle de nos haricots indigènes (voir *Comptes rendus,* t. CXXVII, p. 533).

» SOJA. — La culture du Soja (*Dolichos soja*) remonte à la plus haute antiquité en Chine et au Japon. Les graines, à la fois très azotées et très oléagineuses, entrent dans des préparations culinaires fort en vogue en ces pays. Les échantillons analysés viennent du Cambodge, de la Cochinchine et du Tonkin.

» VOANDZOU. — Le Voandzou (*Voandzia subterranea*) est très commun à Madagascar, où il est désigné sous le nom de *Vohanjobory.* Les analyses faites sur 6 échantillons provenant du *Concours agricole de Paris de* 1902 confirment la valeur alimentaire réellement exceptionnelle de ces produits (voir *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 1061).

Tableau des maxima et minima des analyses des principales Légumineuses alimentaires des Colonies françaises.

	Arachide.		Cajan.		Doliques.		*Phaseolus lunatus.*	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
Eau	4,80	8,00	8,50	14,20	7,00	13,20	9,80	12,40
Matières azotées	20,19	30,27	16,10	21,98	19,88	24,03	17,36	18,89
» grasses	40,75	50,50	1,15	1,75	0,65	1,95	0,55	1,25
» amylacées	8,33	21,11	53,73	62,70	53,37	61,55	58,50	62,76
Cellulose	1,85	5,15	5,25	7,65	2,35	7,55	3,10	5,85
Cendres	2,20	4,20	4,00	6,15	2,70	4,90	2,70	4,00
Poids moyen de 100 graines	28g,00	60g,00	8g,54	16g,24	4g,60	31g,20	29g,76	111g,00

	Phaseolus mungo.		*Phaseolus vulgaris.*		Soja.		Voandzou.	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
Eau	9,40	13,00	8,50	14,60	10,00	11,30	11,30	13,20
Matières azotées	21,36	27,02	16,11	24,77	34,85	38,41	16,84	19,32
» grasses	0,92	1,40	0,80	1,75	12,95	14,80	6,15	7,50
» amylacées	54,99	57,19	53,15	63,23	26,74	32,11	55,42	58,66
Cellulose	3,10	5,85	1,80	6,00	3,60	6,20	3,15	4,15
Cendres	3,40	4,50	2,80	5,60	4,35	5,20	3,10	3,70
Poids moyen de 100 graines	2g,65	11g,30	11g,80	134g,00	5g,00	11g,23	43g,40	80g,00

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 23 mars 1903.)

Note de MM. *Paul Sabatier* et *J.-B. Senderens*, Décomposition catalytique de l'alcool éthylique par les métaux divisés, etc. :

Page 738, ligne 5, en remontant, *au lieu de* litharge, *lisez* laiton.
Page 741, ligne 7, en remontant, *au lieu de* 850°, *lisez* 350°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 AVRIL 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Statistique des petites planètes. Distribution des éléments en prenant la distance aphélie comme argument.* Note de M. **O. Callandreau.**

« Le grand nombre des petites planètes nous met aujourd'hui, comme l'a montré il y a peu de temps notre éminent confrère M. de Freycinet, dans des conditions très favorables pour les recherches statistiques.

» On sait que, dans les moyennes de nombreux résultats, les anomalies individuelles disparaissent et que les lois générales se manifestent.

» On peut se borner aujourd'hui, pour éviter une trop fréquente mise au point, à la considération de l'ensemble des planètes découvertes dans le XIXe siècle et dont le nombre n'est guère inférieur à 500 ([1]).

» Dans le Tableau suivant se trouve indiquée la distribution des éléments : excentricité, inclinaison et demi-grand axe quand la distance aphélie, égale à $a(1+e)$ avec les notations ordinaires, est prise comme argument; la seconde colonne : *Nombre*, indique les nombres des distances aphélies comprises entre les limites respectives.

([1]) Les *Tabellen zur Geschichte und Statistik der kleinen Planeten,* publiées en 1901 par le Dr J. Bauschinger, renferment, en effet, l'histoire des planètes découvertes pendant le XIXe siècle. Mais je me suis servi de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* dans mes relevés statistiques commencés il y a plusieurs années; la dernière planète a le n° 470.

Limites des distances aphélies.	Nombre.	Moyenne des excentricités.	Moyenne des inclinaisons.	Moyenne des demi-grands axes.
....	..	.....	....	....
2,35-2,44	5	0,075	3°,7	2,24
2,45-2,54	19	0,099	5,7	2,29
2,55-2,64	16	0,100	5,4	2,35
2,65-2,74	23	0,122	5,9	2,41
2,75-2,84	34	0,141	8,0	2,46
2,85-2,94	43	0,122	7,3	2,60
2,95-3,04	40	0,131	7,2	2,65
3,05-3,14	41	0,127	7,9	2,75
3,15-3,24	43	0,144	9,9	2,80
3,25-3,34	45	0,155	9,5	2,86
3,35-3,44	40	0,161	10,7	2,94
3,45-3,54	36	0,174	8,5	2,99
3,55-3,64	24	0,188	10,7	3,03
3,65-3,74	19	0,194	8,5	3,09
3,75-3,84	18	0,201	11,7	3,17
3,85-3,94	7	0,212	6,3	3,21
....	..	.....	....	....

» On a laissé de côté les résultats pour lesquels les moyennes dépendent de moins de cinq nombres.

» D'après le Tableau, les distances aphélies se répartissent symétriquement autour de leur moyenne de même que les erreurs accidentelles ([1]). La moyenne, comme l'a remarqué M. Jean Mascart, se trouve très près de la distance répondant à la grande lacune, pour laquelle le moyen mouvement des petites planètes est environ le double de celui de Jupiter.

» Les excentricités augmentent assez régulièrement ; cependant il paraît y avoir une légère discontinuité pour la distance aphélie moyenne, les nombres augmentant notablement quand on passe de la partie supérieure à la partie inférieure du Tableau.

» Les inclinaisons donnent lieu à des remarques analogues, sauf qu'une augmentation progressive ne se manifeste pas dans la seconde série de nombres.

([1]) Ce résultat a été présenté, au mois d'août dernier, au Congrès de l'*Astronomische Gesellschaft*, à Göttingue.

» La dernière colonne n'appelle aucune remarque.

» Les résultats qui précèdent constituent un premier essai que j'espère compléter bientôt. »

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Sur la Spirillose des Bovidés.* Note de M. A. LAVERAN.

« Dans une Note antérieure ([1]) j'ai signalé l'existence de Spirilles dans le sang d'un Bovidé du Transvaal; les Spirilles étaient rares, dans ce cas, et leur action pathogène était douteuse, le Bovidé qui avait fourni le sang étant porteur d'autres parasites ([2]).

» M. Theiler, vétérinaire à Prétoria, qui m'avait envoyé les premières préparations de sang contenant des Spirilles, m'a adressé récemment de nouvelles préparations provenant de deux Bovidés du Transvaal dans lesquelles les Spirilles abondent; l'action pathogène de ces microbes ne semble pas douteuse dans ces derniers cas. Il m'a paru intéressant de signaler cette Spirillose des Bovidés, si incomplets que soient encore les renseignements que nous possédons à son sujet.

» Dans le sang frais, les Spirilles sont animés de mouvements très vifs et très variés; les mouvements, m'écrit M. Theiler, se font dans toutes les directions.

» J'ai obtenu d'excellentes préparations du sang desséché, par le procédé que je préconise pour l'étude des hématozoaires (bleu à l'oxyde d'argent-éosine, tanin); les Spirilles se colorent également par la thionine et la fuchsine phéniquées, et par le violet de gentiane aniliné; ils ne prennent pas le Gram.

» Dans les préparations de sang des deux Bovidés, les Spirilles sont nombreux; en se servant de l'oculaire 1 et de l'objectif à immersion $\frac{1}{16}$ de Vérick, on trouve presque toujours un ou plusieurs de ces microbes dans le champ; il n'est pas rare de rencontrer des Spirilles enchevêtrés au nombre de deux, trois ou quatre.

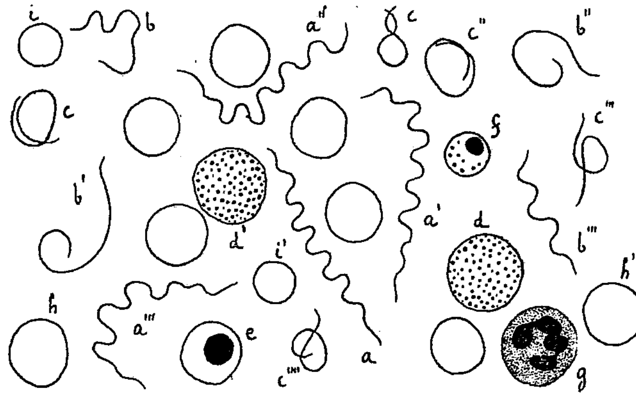
» Les Spirilles les plus grands mesurent de 20^{μ} à 30^{μ} de long (a, a', a'', a''' de la figure) l'aspect est caractéristique du genre *Spirillum;* les spires sont en nombre variable, suivant la longueur des éléments. Les extrémités sont effilées. La largeur, vers la partie moyenne, ne dépasse pas $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ de μ.

» A côté de ces Spirilles typiques on observe un grand nombre de petits Spirilles qui ne mesurent parfois que 8^{μ} de long et qui se présentent sous des aspects très variés. Tantôt la forme spiralée est conservée (b'''), tantôt le Spirille plus ou moins redressé

([1]) *Comptes rendus,* 3 novembre 1902.

([2]) Le sang du Bovidé, chez lequel M. Theiler a vu pour la première fois des Spirilles, a été recueilli le 31 mai 1902.

(*b*, *b'*, *b''*), ou contourné de diverses manières (*c*, *c'*, *c''*, *c'''*, *c''''*), a perdu l'aspect typique. Il est fréquent de rencontrer des Spirilles contournés sur eux-mêmes de manière à figurer un cercle régulier; lorsque les extrémités du microbe ne font pas saillie en dehors du cercle, on a des figures qu'il ne serait pas facile d'interpréter si, en étudiant les préparations, on ne trouvait pas une série de formes intermédiaires entre ces Spirilles circulaires et les formes typiques. Les formes en nœud simple et en 8 (*c'*, *c''*, *c'''*) ne sont pas rares.



a, *a'*, *a''*, *a'''* grands Spirilles. — *b*, *b'*, *b''*, *b'''* petits Spirilles. — *c*, *c'*, *c''*, *c'''*, *c''''* petits Spirilles contournés. — *d*, *d'* grandes hématies avec granulations basophiles. — *e*, hématie nucléée. — *f* globulin nucléé contenant des granulations basophiles. — *g* leucocyte polynucléaire. — *h*, *h'*, ... hématies normales. — *i*, *i'* globulins. — Grossissement : 1400 D. environ.

» Je n'ai pas réussi à colorer des cils aux extrémités des Spirilles.

» Dans les préparations du sang des deux Bovidés, on constate que beaucoup de globules rouges sont altérés; ces altérations sont plus prononcées chez un des animaux que chez l'autre.

» La figure ci-dessus représente, au milieu des Spirilles, des hématies normales (*h*, *h'*) et des hématies altérées ou du moins de types anormaux : hématies plus grandes ou plus petites que les hématies normales, hématies nucléées (*e*, *f*), hématies contenant des granulations basophiles (*d*, *d'*).

» Ces altérations du sang paraissent devoir être rapportées à la Piroplasmose plutôt qu'à la Spirillose.

» Je n'ai pas vu de Spirilles englobés dans les leucocytes dont le nombre n'était pas sensiblement augmenté.

» Les deux Bovidés dont le sang contenait des Spirilles avaient été atteints de Piroplasmose; dans le sang de l'un d'eux on trouvait encore des *Piroplasma bacilliformes* (1).

» Dans les deux cas la maladie s'est terminée par la mort et il paraît bien

(1) A. Laveran, *Comptes rendus*, 16 mars 1903.

probable que les Spirilles ont eu une part à ce dénouement. Les *Piroplasma* avaient disparu complètement du sang d'un des bœufs et ils étaient extrêmement rares dans le sang de l'autre. M. Theiler, qui a fait l'autopsie des animaux, note que, en dehors des lésions habituelles du Redwater ou Piroplasmose bovine, il y avait une hydroémie énorme, avec des épanchements dans toutes les séreuses.

» Dans une lettre datée de Duala (Cameroun), le 5 mars 1903, M. le D[r] Ziemann m'annonce qu'il a trouvé des Spirilles dans le sang d'un veau atteint de Piroplasmose. M. Ziemann ne me donne d'ailleurs aucun renseignement sur ces microbes; il est bien probable qu'il s'agit des Spirilles qui ont été vus pour la première fois par Theiler.

» Les Bovidés chez lesquels les Spirilles décrits ci-dessus ont été trouvés jusqu'ici étaient infectés en même temps par d'autres parasites : *Piroplasma bigeminum* ou *Trypanosoma Theileri;* cette complexité des épizooties des Bovidés, dans l'Afrique du Sud, rend difficile l'étude symptomatique de chacune d'elles. En ce qui concerne la Spirillose, il sera nécessaire d'infecter des animaux neufs et sains, pour se rendre exactement compte des troubles morbides qu'elle occasionne et de leur degré de gravité.

» On ne connaissait jusqu'ici que deux maladies produites par des Spirilles : la fièvre à rechutes produite par le *Spirillum Obermeieri* (maladie particulière à l'homme, inoculable seulement au singe) et la Spirillose des oies produite par *Sp. anserinum* Sakharoff. Le Spirille des Bovidés d'Afrique constitue évidemment une espèce nouvelle à laquelle je donne le nom de M. Theiler, qui l'a découverte : *Sp. Theileri.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations différentielles du second ordre à coefficients constants.* Note de M. **E. Vallier**.

« Dans une Note communiquée à la dernière séance, j'ai signalé l'avantage qu'il y avait à représenter, dans les équations différentielles du second ordre à coefficients constants, la fonction et ses deux dérivées par les trois coordonnées rectangulaires d'un point, ajoutant que l'étude de la surface ainsi définie facilitait la discussion et l'intégration de l'équation proposée.

» Dans le cas où l'équation du second ordre est, en outre, du deuxième degré, la théorie des surfaces correspondantes indique la marche à suivre pour effectuer l'intégration.

» Soit, à cet effet, l'équation différentielle

$$(1)\qquad A u^2 + A' u'^2 + A'' u''^2 + \ldots + 2 C u'' = H^2$$

que nous remplaçons par le système

$$(2)\qquad \begin{cases} A x^2 + A' y^2 + \ldots + 2 C'' z = H^2, \\ u = x, \quad y = \dfrac{dx}{dt}, \quad z = \dfrac{dy}{dt}, \quad \text{d'où} \quad y\,dy - z\,dx = 0. \end{cases}$$

» Rapportons la surface à ses plans principaux par la substitution orthogonale classique fournie par l'équation en S

$$x = au + bv + cw, \qquad y = a'u + b'v + c'w, \qquad z = a''u + b''v + c''w,$$

et l'on obtiendra une surface sous la forme

$$(3)\qquad S u^2 + S' v^2 + S'' w^2 = H^2 + mu + nv + pw,$$

avec l'équation de condition, dite *de la courbe des forces vives*,

$$(4)\qquad \begin{cases} (a'u + b'v + c'w)(a'\,du + b'\,dv + c'\,dw) \\ = (a''u + b''v + c''w)(a\,du + b\,dv + c\,dw). \end{cases}$$

» Supposons d'abord les trois racines en S existantes, et en même temps la surface rapportée à son centre, ce qui supprime les termes du premier degré. En effectuant alors la substitution d'Euler, c'est-à-dire posant $u\sqrt{S}$, $v\sqrt{S'}$ et $w\sqrt{S''}$ respectivement égaux à l'un des trois termes $H \sin\theta \sin\varphi$, $H\cos\theta$ et $H \sin\theta \cos\varphi$, on mettra l'équation (4) sous la forme du premier ordre et du premier degré

$$(5)\qquad M\,d\theta + N\,d\varphi = 0.$$

Ce calcul suppose implicitement les S positifs : si certains de ces paramètres sont négatifs, on remplacera selon le cas les lignes trigonométriques de θ ou de φ par les fonctions hyperboliques $\operatorname{ch}\omega$ et $\operatorname{sh}\omega$, de manière à ne pas introduire d'imaginaires.

» Au point de vue géométrique, l'équation (5) est l'équation différentielle de la *courbe des forces vives* décrite sur la surface par le *point directeur* de coordonnées x, y, z.

» Dans bien des cas, en Mécanique, la notion explicite du temps n'est pas nécessaire, de telle sorte que l'équation (5) étant intégrée, le problème est suffisamment résolu; dans le cas contraire, on obtiendrait le

temps par l'une des quadratures $\int \frac{dx}{y}$ ou $\int \frac{dy}{z}$, en y remplaçant x, y, z par leurs valeurs en fonction des φ et des θ.

» Lorsque la surface se trouve déjà rapportée à ses axes, c'est-à-dire lorsque les termes en $u'u''$, $u''u$ et uu' ne figurent pas dans l'équation différentielle, la substitution indiquée, où les u, v, w ne sont autres que les x, y, z, permet la séparation des variables, et par suite l'intégration de l'équation (5).

» Ainsi, l'équation (3) ayant pris la forme

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = \mathrm{H}^2,$$

l'équation (5) deviendra

$$\cos\theta \sin\theta (b^2 + ac \sin\varphi \cos\varphi)\, d\theta + ac \cos^2\varphi \sin\theta\, d\varphi = 0,$$

ou, divisant par $\sin^2\theta$, posant $\int \frac{\cos^2\varphi}{b^2 + ac \sin\varphi \cos\varphi} d\varphi = \Phi$ et intégrant,

$$\log \sin\theta + \Phi = \text{const.}$$

» La fonction Φ s'exprime aisément au moyen des fonctions circulaires et logarithmiques; quant au temps, il s'obtient par la quadrature

$$t = \frac{b}{c} \int \frac{d\theta}{\cos\varphi}.$$

» Le problème est donc complètement résolu.

» Si la surface, au lieu d'un ellipsoïde, était un hyperboloïde, il suffirait de substituer à l'un des angles θ ou φ un argument hyperbolique ω.

» Si la surface se réduit à un cône, pour $\mathrm{H} = 0$, il suffira de poser $u\sqrt{\mathrm{S}} = w\sqrt{\mathrm{S}''} \sin\varphi$, $v\sqrt{\mathrm{S}'} = w\sqrt{\mathrm{S}''} \cos\varphi$ pour obtenir une équation du premier ordre, à variables séparées, de la forme

$$\frac{dw}{w} + f(\varphi)\, d\varphi = 0.$$

» Lorsque la surface, au lieu d'avoir un centre, est un paraboloïde, on aura dans ce cas l'un des S nul, S″ par exemple : mais alors, en tirant w de l'équation de la surface, et substituant dans (4), on aura encore la forme

$$\mathrm{M}\, du + \mathrm{N}\, dv = 0.$$

» On opérerait de même si S′ était également nul.

» Ainsi, dans tous les cas qui précèdent, la problème a été ramené à l'intégration d'une équation du premier degré et du premier ordre, suivie d'une quadrature pour l'évaluation du temps.

» Lorsque l'équation de la surface représente une surface à centre non rapportée à ce centre, on opérera d'une manière analogue, mais en introduisant dans certains cas une nouvelle variable.

» Écrivons en effet l'équation (3) sous la forme

$$(3)' \qquad \left\{ \begin{array}{l} Su^2 + S'v^2 + S''w^2 = \lambda^2, \\ mu + nv + pw + H^2 = \lambda^2, \end{array} \right.$$

et effectuons la même substitution en $\lambda \sin\theta \sin\varphi$, ...; l'équation (4) deviendra

$$(6) \qquad L\,d\lambda + M\,d\theta + N\,d\varphi = 0,$$

que l'on intégrera en tenant compte de la seconde des équations (3)'.

» Cependant, si l'on a pu poser $H^2 = 0$, soit immédiatement, soit en remplaçant u par $x + h$, avec $A h^2 + 2Ch - H^2 = 0$, on écrit de suite

$$\lambda = m \sin\theta \sin\varphi + n \cos\theta + p \sin\theta \cos\varphi,$$

et l'équation (6) ne renferme plus que θ et φ.

» Enfin, dans le cas encore plus général où H, au lieu d'être une constante, serait une fonction de t, on ramènera, toujours par la même marche, le problème à un système d'équations du premier ordre et du premier degré en θ, φ et λ.

» On doit reconnaître que ce système à une ou plusieurs équations ne pourra généralement pas s'intégrer explicitement : mais, en se guidant par l'étude de la surface dans chaque cas particulier, on pourra d'ordinaire résoudre le problème avec toute l'approximation désirable, en employant la méthode d'intégrations successives de M. Émile Picard.

» Dans le cas où l'on pourrait intégrer réellement l'équation (4), comme dans l'exemple de l'ellipsoïde traité plus haut, il sera d'ordinaire plus avantageux, même si H^2 est une fonction de t, de traiter ce terme comme une constante, en lui donnant une série de valeurs moyennes dans des intervalles t_0, t_1, t_2, ou φ_0, φ_1, φ_2 convenablement choisis en s'aidant toujours de l'examen de la surface.

» Les mêmes principes pourront sans doute faciliter l'intégration d'équations de degré supérieur. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs spécifiques et chaleurs de volatilisation ou de fusion de l'aniline et de quelques autres composés organiques.* Note de M. DE FORCRAND.

« Je me suis proposé de reprendre la détermination de quelques-unes de ces données, ordinairement mal connues, dans le but de vérifier ma relation générale $\frac{L+S}{T} = 30$ (de 28 à 32).

» *Aniline.* — M. Louguinine [1] vient de mesurer la valeur de L avec son appareil perfectionné et avec sa rigueur habituelle. Il a trouvé : $9^{Cal},702$, nombre très voisin de celui que j'avais déduit de la courbe des tensions de vapeur donnée par MM. Ramsay et Young (9,740), mais assez différent de ceux que donne le calcul au moyen des autres courbes publiées.

» Pour obtenir la valeur de S, j'ai opéré par le procédé classique, en enfermant l'aniline dans un petit flacon en verre très mince [2] et plongeant ce flacon dans l'eau du calorimètre, après l'avoir porté, dans trois séries de deux expériences :

à	—22°,16	et à	—21°,81	(corps solide),
à	— 9°,51	et à	— 8°,05	(corps solide),
à	— 1°,46	et à	— 7°,91	(corps liquide) [3].

» On en déduirait les résultats suivants :

Chaleur spécifique à l'état liquide........................	$Cl = 0,4838$ [4] vers 0°
» solide........................	$Cs = 0,7360$ vers —15°
Chaleur de solidification ou de fusion pour 1^g...........	$s = 0^{Cal},02095$
» moléculaire........	$S = 1^{Cal},948$

» Ce dernier nombre ne vérifie pas ma relation générale

$$\frac{9702 + 1948}{457} = 25,50,$$

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 7° série, t. XXVII, 1902, p. 121.

[2] Pour les détails, voir *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 570.

[3] J'ai trouvé pour le point de fusion et de solidification de l'aniline pure : — 7°,03. Lucius avait donné — 8° (*Berichte*, t. V, 1872, p. 154).

[4] M. Louguinine a trouvé 0,5485 à une température moyenne de 100° environ, ce qui est normal et conforme aux analogies. Pour comparer avec les résultats analogues obtenus pour le glycol, voir *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 570.

mais il est facile de voir qu'il est trop faible, car la valeur de Cs(0,7360) est manifestement trop élevée, étant égale à une fois et demie celle de Cl(0,4838), tandis que, pour tous les corps connus, Cs est toujours inférieur à Cl, et plus ou moins voisin de la moitié ou des deux tiers de Cl.

» M. Berthelot (¹) a signalé depuis longtemps un phénomène anormal du même genre, pour l'hydrate de chloral, dont la chaleur spécifique solide réelle 0,206 est bien inférieure à Cl (0,470), et pour lequel M. Berthelot a trouvé, avec un échantillon récemment solidifié, Cs = 0,694 et même Cs = 0,813. Ces faits ont été étudiés depuis par M. L. Bruner (²) à propos de l'hydrate de bromal. De pareils composés, bien que prenant immédiatement et complètement l'aspect d'un corps solide, retiennent au début près de la moitié de leur chaleur de fusion, qu'ils n'abandonnent qu'au bout de plusieurs jours pour arriver peu à peu à un état définitif (³).

» Ce phénomène, qui est sans doute plus fréquent qu'on ne le pensait autrefois, peut d'ailleurs être plus ou moins accusé.

» Lorsqu'il est très marqué, on s'en aperçoit, comme dans le cas de l'aniline ou de l'hydrate de chloral, parce que la valeur de Cs, mesurée par la méthode classique, devient voisine de celle de Cl, ou même beaucoup plus grande. Mais lorsque cette valeur de Cs reste inférieure à celle de Cl, le phénomène peut passer inaperçu, parce qu'il n'existe pas de rapport constant entre les deux chaleurs spécifiques. On doit alors, pour chaque corps, faire une étude spéciale de Cs, ou bien employer le procédé détourné auquel a eu recours M. Bruner pour l'hydrate de bromal, en opérant sur des échantillons solidifiés depuis un temps plus ou moins long, expériences qui deviennent difficiles lorsque le point de fusion est inférieur à 0°.

» On peut cependant, dans le cas de l'aniline, rétablir les faits, avec une approximation suffisante, de la manière suivante : la paratoluidine, qui fond à + 40°, a une chaleur de fusion bien connue d'après les expériences de M. Battelli et de M. Demerliac, soit $S = 4^{Cal},270$ en moyenne (⁴). Ces

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XII, p. 538.

(²) *Comptes rendus*, t. CXX, 1895, p. 914.

(³) Des faits analogues pourraient peut-être jouer un rôle dans l'explication des phénomènes singuliers observés récemment par MM. P. Curie et Laborde avec les sels de radium (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 673).

(⁴) Ici, il ne semble pas que l'anomalie signalée plus haut se produise, car, dans les expériences de M. Demerliac (*Thèse* de doctorat ès sciences, p. 30; Paris, 1898), les valeurs obtenues pour Cs et Cl de la paratoluidine sont respectivement : 0,3989 et 0,6428, c'est-à-dire dans un rapport qui paraît normal.

deux composés sont assez voisins pour que l'on soit autorisé à déduire la chaleur de fusion de l'aniline de celle de la paratoluidine, en calculant proportionnellement au poids moléculaire. On trouve ainsi

$$S = 3^{Cal},711 \text{ pour l'aniline,} \qquad \text{soit} \qquad s = 0,0399,$$

valeur qui vérifie bien ma relation

$$\frac{9702 + 3711}{457} = 29,35.$$

Quant à la chaleur spécifique solide Cs, on pourrait en avoir une idée approchée en appliquant la formule de Person :

$$39,9 = 0,4838 \times 153 - 153\,Cs,$$

d'où

$$Cs = 0,223 \quad (^1).$$

» En résumé, on doit admettre, pour l'aniline, les valeurs suivantes :

Cl................	0,4838	vers 0°
Cs................	0,2230	vers −15°
s.................	$0^{Cal},0399$	à − 7°,03
S.................	$3^{Cal},711$	à − 7°,03

» *Nitrobenzène.* — Les mêmes observations s'appliqueraient probablement à ce composé, la chaleur de fusion : $2^{Cal},743$, déterminée par O. Pettersson, étant sans doute trop faible :

$$\frac{L + S}{T} = \frac{9735 + 2743}{483,6} = 25,80.$$

Il est probable que la chaleur de fusion véritable est voisine de 3,711, de même que la chaleur de volatilisation 9,735 est très voisine de celle de l'aniline 9,702 (M. Louguinine).

» *Benzène.* — Ce corps donne aussi un quotient un peu trop faible :

$$\frac{7363 + 2369}{353} = 27,57 \quad (^2);$$

d'ailleurs le nombre 2,369 a été obtenu par M. Demerliac, qui a trouvé en même temps : Cs = 0,3243 et Cl = 0,4128, valeurs qui, à première vue, semblent trop voisines. Dans ce cas cependant le phénomène serait moins marqué.

---

(1) Ainsi l'aniline aurait pour chaleurs spécifiques 0,4838 et 0,2230, nombres très voisins de ceux que donne l'hydrate de chloral : 0,470 et 0,206.

(2) GRIFFITHS et MARSHALL, *Philos. mag.*, janvier 1896, et *Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 1333.

» *Acide acétique.* — Ici l'anomalie n'existe plus. Je m'en suis assuré en mesurant la chaleur spécifique Cs d'un échantillon (fondant à $+16°,62$), enfermé dans une ampoule de verre scellée à la lampe, et maintenu solide pendant plusieurs jours. J'ai trouvé :

Échantillon solidifié depuis	1 heure	: Cs............	0,316
»	3 jours	»............	0,317
»	6 »	»............	0,315
»	15 »	»............	0,313

entre $-22°$ et $+13°$, soit un nombre bien constant, 0,315 en moyenne à $-4°,5$.

» Les cristaux d'acide acétique prennent donc, comme les cristaux de glace, immédiatement leur état définitif.

» L'écart entre les deux chaleurs spécifiques ($Cs = 0,315$ et $Cl = 0,500$) paraît d'ailleurs normal [1].

» J'ai mesuré, en outre, la chaleur de fusion S de l'acide acétique, en brisant dans l'eau du calorimètre deux ampoules contenant l'une l'acide liquide, l'autre l'acide solide, ce qui a fourni :

Chaleur de dissolution de l'acide solide à $+12°$....		$-2,240$
»	liquide à $+13°,6$.	$-0,389$

soit $S = 2^{Cal},629$, nombre très voisin de ceux admis jusqu'ici (M. Berthelot, $2^{Cal},53$; Raoult, $2^{Cal},592$), et qui vérifie ma relation générale. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Francœur pour 1903. — MM. H. Poincaré, Émile Picard, Appell, Jordan, Darboux.

Commission chargée de juger le concours du prix Poncelet pour 1903. — MM. H. Poincaré, Darboux, Appell, Émile Picard, Jordan.

Commission chargée de juger le concours du prix extraordinaire de six mille francs pour 1903. — MM. Guyou, Maurice Levy, de Bussy, Hatt, Bouquet de la Grye.

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (*Mécanique*) *pour* 1903. — MM. Maurice Levy, Sarrau, Boussinesq, Léauté, Sebert.

---

(1) V. Massol et Guillot, *Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 208.

Commission chargée de juger le concours du prix Plumey pour 1903. — MM. Maurice Levy, de Bussy, Guyou, Sebert, Léauté.

Commission chargée de juger le concours du prix Fourneyron pour 1903. — MM. Maurice Levy, Sarrau, Léauté, Sebert, Boussinesq.

Commission chargée de juger le concours du prix Pierre Guzman pour 1903. — MM. Lœwy, Wolf, Callandreau, Radau, Janssen.

Commission chargée de juger le concours du prix Lalande pour 1903. — MM. Lœwy, Callandreau, Deslandres, Wolf, Radau.

Commission chargée de juger le concours du prix Valz pour 1903. — MM. Lœwy, Wolf, Callandreau, Radau, Janssen.

CORRESPONDANCE.

M. C. **Jordan** présente à l'Académie un exemplaire des « Icones » de M. *Alexis Jordan*, Ouvrage en partie posthume, qui vient d'être édité par ses soins :

« Les études de M. Alexis Jordan sur la Botanique systématique l'avaient amené à ce résultat : qu'un grand nombre d'espèces linnéennes sont, en réalité, des agrégats de types distincts, dont les différences, peu sensibles à première vue, sont néanmoins constantes et héréditaires.

» Cette conclusion était fondée sur une série d'expériences de culture, poursuivies avec persévérance pendant plus de cinquante ans. A chaque génération, les plantes étaient dessinées et décrites. Ces dessins, au nombre de plus de douze mille, et les diagnoses qui les accompagnent, sont actuellement dans la bibliothèque de la Société botanique de France, à la disposition des savants qui désireraient les consulter.

» M. A. Jordan avait entrepris, avec la collaboration de M. Fourreau, de publier une partie de ces résultats. Cinquante-six livraisons, contenant chacune cinq planches coloriées, avaient déjà paru, ainsi que le texte correspondant, lorsque la mort de M. Fourreau fit arrêter la publication. Mais l'activité de M. A. Jordan n'en fut pas ralentie, bien que ne se produisant plus au dehors. Vers la fin de sa vie, il avait même pris des mesures pour reprendre la publication si longtemps interrompue; lorsque la mort vint le surprendre, 221 nouvelles planches avaient été gravées et coloriées, et les diagnoses qui devaient les accompagner avaient reçu leur rédaction

définitive. Je n'ai eu qu'à livrer le manuscrit à l'imprimeur, sans y faire aucun changement.

» L'Ouvrage, ainsi complété, contient 501 planches, représentant 606 espèces nouvelles ou critiques, avec les détails de leurs principaux organes; le texte en donne la description. »

ASTRONOMIE. — *Observation photographique de l'eclipse de Lune du 11 avril 1903, à l'Observatoire de Toulouse.* Note de M. **Montangerand**, présentée par M. Lœwy.

« L'éclipse partielle de Lune (grandeur de l'éclipse : 0,973, le diamètre de l'astre étant 1) du 11 avril dernier a été observée à Toulouse, à l'instrument de la Carte photographique du Ciel, dans d'excellentes conditions atmosphériques, par un ciel très beau. Je me proposais, à cette occasion, de reprendre les expériences déjà faites au moment des éclipses : totale du 27 décembre 1898 et partielle (presque totale) du 16 décembre 1899. Ces expériences, qui ont fait l'objet de Communications aux *Comptes rendus* des 2 janvier et 26 décembre 1899, portaient principalement sur l'obtention de l'image de la partie éclipsée de la Lune, l'astre étant alors éclairé par cette lumière rougeâtre bien connue des observateurs et produite par les rayons solaires réfractés et colorés par l'atmosphère terrestre.

» Il n'y avait pas lieu, cette fois, de s'attendre à une coloration bien marquée; la Lune se trouvant, en effet, plus rapprochée de nous qu'en 1898 et 1899, elle devait être moins illuminée par ces rayons réfractés. Pourtant, on pouvait encore espérer, en employant des plaques choisies et en se plaçant dans les meilleures conditions, photographier la partie éclipsée de la Lune.

» A vrai dire, l'observation était rendue difficultueuse par deux circonstances : 1° la faiblesse relative de la hauteur de la Lune sur l'horizon (moins de 40° en moyenne), qui devait troubler un peu les images visuelles dans le champ de la lunette-pointeur; 2° le mouvement rapide de l'astre en déclinaison, qui compliquait la conduite de l'instrument dont l'horlogerie est réglée sur le mouvement diurne. Une autre circonstance défavorable résidait dans la non-totalité de l'éclipse : la partie de la Lune restée éclairée était, en effet, appréciable et devait, par son illumination, fortement gêner l'obtention du reste du disque. Quoi qu'il en soit, onze clichés ont pu être obtenus pendant la durée du phénomène, avec des

plaques Lumière panchromatiques et bleues, et avec les plaques nouvelles extra-sensibles (étiquette violette). Les plaques avaient été enduites, au revers, de vernis anti-halo.

» Des poses de 1 seconde environ, faites avec les différentes émulsions au commencement et à la fin de l'éclipse, ont donné des images très nettes de la Lune; la limite de l'ombre sur le disque lunaire est nettement accusée. Mais il n'y a aucun détail particulier à signaler et je passe à la description des principaux clichés :

» V. *Plaque panchromatique.* — Pose : 10 minutes (milieu de la pose : $11^h 58^m$ temps moyen de Paris). La partie éclipsée est invisible.

» VI. *Plaque violette.* — Pose : 15 minutes (milieu de la pose : $12^h 20^m$ temps moyen de Paris). On distingue, mais très faiblement, le contour lunaire éclipsé.

» VII. *Plaque bleue.* — Pose : 10 minutes (milieu de la pose : $12^h 47^m$ temps moyen de Paris). Donne tout le contour éclipsé, quoique faiblement.

» IX. *Plaque panchromatique.* — Pose : 5 minutes (milieu de la pose : $13^h 8^m$ temps moyen de Paris). Montre le contour presque en entier.

» Sur ces quatre clichés, le disque plongé dans l'ombre est, à part son contour, complètement invisible; ce qui concorde avec l'observation visuelle. Je n'ai pu, en effet, à aucun moment, soit à l'œil nu, soit à l'aide de la lunette, apercevoir de coloration sur la Lune. En décembre 1898 et décembre 1899, au contraire, cette coloration fut très accentuée. Le 11 avril dernier je n'ai pu, dans le champ de l'instrument, distinguer que le contour lunaire pendant à peu près toute la durée de l'éclipse, et surtout après le maximum de la phase qui avait lieu à $12^h 22^m,4$ temps moyen de Paris.

» Il y a d'autres remarques à faire sur les clichés. En raison de la longueur des poses, l'image du bord non éclipsé est naturellement surposée, et le halo s'est produit malgré l'emploi du vernis ; mais, malgré la difficulté de conduite de l'instrument, les images sont assez nettes. Autour du croissant éclairé, on constate la présence d'une plage impressionnée, de forme elliptique, ayant son centre sur le contour lunaire, et produite par l'illumination de la Lune. Contre le bord éclairé, on distingue très nettement une sorte de bourrelet assez intense, résultat du phénomène connu sous le nom d'*irradiation*.

» Pour la conduite de l'instrument, j'ai suivi sur des points brillants (pics lunaires) ou sur des taches à forme géométrique (petits cratères).

» En résumé, pour le but que j'avais en vue, les clichés VII et IX sont les meilleurs. J'ai pensé qu'il ne serait pas hors de propos d'en entretenir l'Académie. Sur ces clichés, le contour de la Lune caché dans l'ombre est

visible et l'obtention de son image est due principalement à la proximité, à ce moment, de la région des rayons rougeâtres qui expliquent la coloration de notre satellite lors des éclipses. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Lune des 11-12 avril 1903.* Note de M. R. **Mailhat**, présentée par M. Wolf.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie dix-huit épreuves photographiques de l'éclipse des 11-12 avril 1903.

» Ces photographies ont été prises, de 15 en 15 minutes environ, la première à $22^h 46^m$.

» Le ciel est resté pur pendant la première phase et une partie de la seconde; mais vers $1^h 45^m$, le temps s'est couvert en partie et les cinq dernières photographies ont été prises au moment d'éclaircies et à des espaces irréguliers; néanmoins, nous avons pu obtenir la totalité du phénomène. La dernière épreuve a été faite à $2^h 4^m 30^s$.

» La lunette employée avait un objectif de 140^{mm} d'ouverture et $1^m,90$ de longueur focale.

» La pose a varié suivant l'intensité lumineuse plus ou moins grande et la surface éclairée.

» La lunette était installée sur un pied azimutal en bois. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la nouvelle transformation des surfaces à courbure totale constante, de M.* Guichard. Note de M. G. **Tzitzéica**.

« M. Guichard vient de publier une transformation très ingénieuse des surfaces à courbure totale constante. Cette transformation se réduit à une série de couples de solutions de l'équation

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u \, \partial v} = \sin\theta.$$

» Je vais montrer que cette série de couples se décompose en deux séries *distinctes* de solutions, chacune de ces séries étant celle que l'on obtient à l'aide de la transformation de Bianchi-Bäcklund. D'une manière plus précise, en désignant par θ et θ' deux solutions quelconques de (1), et par $\theta_1 = B_m \theta$ la solution θ_1 que l'on obtient en appliquant la transformation

$$(2) \qquad \frac{1}{2}\frac{\partial(\theta_1 - \theta)}{\partial u} = m \sin\frac{\theta_1 + \theta}{2}, \qquad \frac{1}{2}\frac{\partial(\theta_1 + \theta)}{\partial v} = m \sin\frac{\theta_1 - \theta}{2},$$

de même $\theta_2 = B_m \theta_1, \ldots$; ensuite $\theta'_1 = B_{-m}\theta'$, $\theta'_2 = B_{-m}\theta'_1, \ldots$; la série des transformations de M. Guichard se compose des couples : (θ, θ'), (θ_1, θ'_1), (θ_2, θ'_2), ...

» Pour la démonstration, il suffit de faire des changements de variables. Posons $\theta = \varphi - \psi$, $\theta' = \varphi + \psi$; φ et ψ sont les fonctions qui figurent dans la Note de M. Guichard. Introduisons deux nouvelles fonctions x et y, en posant : $\theta_1 = \varphi + \psi + 2x$, $\theta'_1 = \varphi - \psi + 2y$. On trouvera, à l'aide de (2), que x et y vérifient les équations données par M. Guichard. On peut continuer, en partant des solutions θ_1 et θ'_1. On posera $\theta_1 = \varphi_1 + \psi_1$, $\theta'_1 = \varphi_1 - \psi_1$, et l'on déduira $\varphi_1 = \varphi + x + y$, $\psi_1 = \psi + x - y$. On pourra introduire les fonctions x_1, y_1 en posant $\theta_2 = \varphi_1 + \psi_1 + 2x$, $\theta' = \varphi_1 - \psi_1 + 2y_1$, et ainsi de suite. En faisant tous ces changements de variables, on retrouve tous les détails de la transformation de M. Guichard. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Une nouvelle généralisation du théorème de M.* Picard *sur les fonctions entières.* Note de M. **Georges Remoundos**, présentée par M. P. Painlevé.

« Je me propose de faire connaître une généralisation intéressante du théorème fondamental de M. Picard sur les fonctions entières.

» Considérons une fonction $f(z, u)$ de la forme suivante :

$$(1) \quad f(z, u) = u^\nu + u^{\nu-1} A_1(z) + u^{\nu-2} A_2(z) + \ldots + u A_{\nu-1}(z) + A_\nu(z)$$

où u est considéré comme un paramètre et $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_{\nu-1}(z)$, $A_\nu(z)$ désignent des fonctions entières de *genre fini*.

» Posons-nous le problème suivant :

» *Pour combien de valeurs du paramètre u l'équation*

$$f(z, u) = 0$$

peut-elle n'avoir qu'un nombre fini de racines, si les fonctions $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_\nu(z)$ *ne sont pas toutes des polynomes?*

» S'il y a des valeurs de u pour lesquelles $f(z, u)$ soit une constante, ces valeurs sont toutes exceptionnelles [1]; une telle valeur est l'infini. Pour abréger le langage, désignons par (E) l'ensemble de ces valeurs; le

---

[1] J'appelle *valeurs exceptionnelles* de u celles pour lesquelles l'équation $f(z, u) = 0$ admet un nombre fini de racines.

nombre maxima de ces valeurs est égal à ν, l'infini compris; ainsi pour la fonction $f(z, u) = u^\nu + A(z)(u^{\nu-1} + u^{\nu-2} + \ldots + u + 1)$ l'ensemble (E) est formé de l'infini et des $\nu - 1$ racines de l'équation

$$u^{\nu-1} + u^{\nu-2} + \ldots + u + 1 = 0.$$

» Par une méthode tout à fait élémentaire, je suis arrivé à établir le théorème suivant :

» I. *Si l'équation $f(z, u) = 0$ admet un nombre fini de racines pour $\nu + 1$ valeurs du paramètre u autres que les valeurs* (E), *toutes les fonctions entières* $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_\nu(z)$ *sont des polynomes.*

» D'abord, ce théorème est évident dans le cas où la fonction $f(z, u)$ ne contient qu'une transcendante distincte, c'est-à-dire dans le cas où les $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_\nu(z)$ peuvent s'exprimer en fonction de l'une d'entre elles et de polynomes, grâce aux généralisations bien connues du théorème de M. Picard établies par M. Borel.

» Ensuite, en supposant que le théorème soit vrai pour $\mu = 1, 2, 3, \ldots, (\rho - 1)$, je démontre qu'il en est de même pour $\mu = \rho$, ρ étant un nombre entier quelconque, et μ désignant le nombre des transcendantes distinctes contenues dans $f(z, u)$ [1].

» Étant donné que les valeurs (E) sont toutes exceptionnelles, on peut dire, en général, que le nombre des valeurs exceptionnelles peut être au plus égal à 2ν; s'il y en a plus que 2ν, toutes les fonctions $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_\nu(z)$ sont des polynomes.

» On en déduit immédiatement le théorème suivant :

» II. *$u = \varphi(z)$ étant une fonction à ν branches définie par une équation* (1), *si l'équation $\varphi(z) = a$ admet un nombre fini de racines pour $2\nu + 1$ valeurs distinctes de a, cette fonction $u = \varphi(z)$ est une fonction algébrique* [2].

» Ces théorèmes s'étendent au cas où les fonctions $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_\nu(z)$ sont des fonctions quasi-entières de genre fini d'après la terminologie et les résultats de M. E. Maillet, *Sur les fonctions entières et quasi-entières* (*Journal de M. Jordan,* 1902, fascicule IV).

---

(1) J'entends par là que $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_\nu(z)$ peuvent s'exprimer en fonction de μ d'entre elles et de polynomes.

(2) M. P. Painlevé, dans son cours à l'École Normale supérieure, nous a signalé ce théorème comme vraisemblable et cela dans le cas le plus général où la fonction $u(z)$ est de genre infini; la démonstration précédente suppose le genre fini.

» Les cas où $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_\nu(z)$ sont des fonctions méromorphes ou quasi-méromorphes se ramènent immédiatement aux précédents moyennant une transformation $u - \alpha = \frac{1}{w}$ transformant une des valeurs exceptionnelles à l'infini. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur la convection électrique.* Note de MM. **V. Crémieu** et **H. Pender**, présentée par M. H. Poincaré.

« Dans une précédente Note (¹) nous avons exposé les premiers résultats de nos recherches en commun et donné le principe d'une expérience que nous considérions comme décisive.

» Elle consistait à charger un disque au repos, et à voir si sa mise en mouvement produisait une déviation permanente d'une aiguille aimantée. Cette expérience n'a pu être réalisée dans ces conditions; pour des raisons qui seront développées ailleurs, nous avons dû nous en tenir à charger un disque animé d'une faible vitesse (2 à 3 tours par seconde) et à augmenter ensuite cette vitesse.

» Dans ces conditions, l'aiguille aimantée placée au-dessus du disque prend une déviation permanente, dans le sens et de l'ordre de grandeur prévu pour l'effet magnétique de la convection électrique.

» Nous avons ensuite vérifié, par des expériences directes, dont un exposé détaillé sera publié prochainement, les points suivants :

» 1° Un disque continu et chargé, tournant entre des armatures continues parallèles, entraîne sa charge avec lui; les entraînements mesurés et calculés coïncident à 1 pour 100 près;

» 2° Ce même disque produit, suivant les dispositions adoptées, des effets magnétiques, soit par convection, soit par suite des conductions résultant de l'entraînement de la charge (expérience Helmholtz);

» 3° Deux disques continus tournant l'un en face de l'autre, sans interposition d'aucune armature fixe, produisent, lorsqu'on les charge ou décharge brusquement, des effets d'induction magnétique, et lorsqu'ils sont chargés, un champ magnétique permanent conforme à celui prévu pour la convection électrique;

» 4° Des secteurs isolés, chargés et tournant à l'air libre dans leur propre

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 607.

plan, de façon à produire soit une convection forme Rowland, soit des courants ouverts (¹), donnent naissance à des effets magnétiques de l'ordre de grandeur et dans le sens prévu pour la convection électrique.

» Toutefois, au cours des mesures de débit faites dans ces expériences, on constate que les débits de décharge sont, la plupart du temps, plus forts que les débits de charge. De plus, des corps conducteurs, placés dans l'air au voisinage de la trajectoire des secteurs mobiles, se chargent d'électricité de même signe, que celle portée par ces secteurs.

» 5° La différence essentielle entre les expériences de Pender et celles de Crémieu résidait dans le fait suivant :

» Dans le but d'éviter les aigrettes ou les pertes par l'air, Crémieu avait recouvert ses disques et leurs armatures de couches diélectriques minces. Ce que l'on sait sur les diélectriques solides ne permettait pas de prévoir de perturbations attribuables à l'usage de ces couches.

» Or, nous avons constaté que si, dans l'une quelconque des expériences précédentes, on recouvre les disques, secteurs ou armatures de couches de caoutchouc mince ou de mica paraffiné, les effets magnétiques de la convection électrique diminuent ou disparaissent complètement.

» En particulier, en reprenant l'expérience d'induction de Pender, nous avons obtenu, toutes les conditions de charge et de vitesse restant les mêmes :

» *a*. Disques nus, armatures nues. Effets magnétiques donnant 140^{mm} de déviation au galvanomètre.

» *b*. Disques recouverts de mica, armatures nues. Effets réduits à 100^{mm}.

» *c*. Disques et armatures recouverts de mica. Effets réduits à 15^{mm}.

» 6° Une étude du rôle des diélectriques, que nous n'avons pu qu'ébaucher, a paru mettre en évidence les points suivants :

» A partir d'un voltage caractéristique de chaque nature du diélectrique, et paraissant indépendant du champ électrostatique auquel ce diélectrique est soumis, la pénétration des charges prend une intensité considérable.

» Lorsqu'elle est complète (ce qui demande à peine quelques secondes pour le mica et le caoutchouc), les surfaces métalliques recouvertes par ces diélectriques semblent soustraites à l'influence électrostatique des corps voisins.

» Toutefois les particularités du phénomène, qui seront étudiées en

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 27.

détail plus tard, font penser qu'on a affaire plutôt à un phénomène analogue à une électrolyse qu'à une simple pénétration de charge.

» *Conclusions.* — Quoi qu'il en soit de ces phénomènes, nous croyons pouvoir tirer de l'ensemble de nos expériences contradictoires les conclusions suivantes :

» Des surfaces métalliques chargées, continues ou divisées en secteurs, et tournant dans l'air, dans leur propre plan, produisent des effets magnétiques dans le sens prévu pour la convection électrique et s'accordant à 10 pour 100 près avec l'ordre de grandeur calculé pour la convection.

» L'interposition d'armatures fixes entre les surfaces mobiles et les appareils de mesure semble n'avoir aucune influence sur les effets magnétiques obtenus. »

MAGNÉTISME. — *Sur l'hystérésis magnétique aux fréquences élevées.* Note de MM. **Ch.-Eug. Guye** et **B. Herzfeld**, présentée par M. Lippmann.

« L'énergie consommée par hystérésis dans un cycle d'aimantation est-elle indépendante de la vitesse avec laquelle ce cycle est parcouru? Les réponses données à cette question par les différents expérimentateurs sont des plus contradictoires ([1]).

» Ces nombreuses divergences proviennent, en grande partie, de la difficulté d'éliminer totalement les courants de Foucault, et de la difficulté, plus grande encore, de calculer ou d'apprécier leur influence.

» Les courants de Foucault sont, en effet, une double cause de perturbation : d'une part, ils tendent à affaiblir le champ magnétique à l'intérieur du fer, de sorte qu'il règne toujours une incertitude sur la valeur réelle de ce champ ; d'autre part, ils consomment une certaine énergie qu'il est souvent impossible de séparer de celle due à l'hystérésis seule.

» Cette double perturbation étant fonction de la saturation, de la perméabilité, de la fréquence, ainsi que de la conductibilité et du diamètre du

---

([1]) Tandis qne Warburg et Hönig, Tanakadaté arrivent à la conclusion que l'énergie dissipée dans un cycle d'aimantation diminue si la fréquence augmente, Evershed et Vignoles, Borgmann, Gray et Maurain estiment, d'après leurs expériences, que cette énergie est indépendante de la rapidité avec laquelle le cycle est parcouru. Enfin, M. Wien, dans une étude minutieuse, conclut à l'augmentation, aux fréquences élevées, de l'énergie consommée par cycle, sous l'influence de l'hystérésis.

fil, on comprend aisément de quelles difficultés et de quelle incertitude un calcul de correction de ce genre peut être entaché.

» Nous nous sommes donc appliqués dans ces recherches à réduire autant que possible cette incertitude par l'emploi de fils de fer très fins. En outre, nous avons employé une méthode thermique, ne mesurant que l'énergie dissipée dans le fil; il n'y avait donc pas de correction à effectuer pour la puissance consommée dans les enroulements magnétisants.

» Le dispositif expérimental est le suivant :

» Deux fils de fer identiques sont disposés symétriquement chacun suivant l'axe d'une longue bobine magnétisante; ils forment les deux branches d'un bolomètre. Chacune des bobines magnétisantes porte deux enroulements parallèles, qui peuvent être couplés au moyen de commutateurs, de façon que leurs actions magnétisantes sur le fil puissent à volonté s'ajouter ou s'annuler. Les quatre enroulements sont placés en série et sont par conséquent toujours parcourus par le même courant. Ce courant provient d'un alternateur à haute fréquence fourni par la Compagnie de l'Industrie électrique.

» L'expérience consiste à établir d'abord l'équilibre du pont, les champs magnétiques étant nuls à l'intérieur des bobines. Dans ces conditions la chaleur dégagée dans les enroulements inducteurs agit symétriquement sur les deux fils de fer, et le déplacement de l'équilibre du pont, qui en résulte, est nul on extrêmement lent. Mais si l'on renverse le sens du courant dans l'un des enroulements d'une des bobines, on crée dans cette bobine un champ magnétique, et le fil de fer placé dans l'axe de la bobine sera soumis à des aimantations alternatives, s'échauffera et prendra, grâce à la petitesse de son diamètre, presque instantanément une nouvelle température stationnaire. L'équilibre du pont est rompu et il est aisé de démontrer, pour de petites élévations de température, que la déviation du galvanomètre est alors rigoureusement proportionnelle à l'énergie transformée en chaleur dans le fer.

» En maintenant constante l'intensité efficace du courant magnétisant et en faisant varier la fréquence par la vitesse de l'alternateur, on peut étudier d'une façon comparative et rapide l'influence de la fréquence sur l'énergie dissipée. La méthode présente en outre l'avantage suivant : la petitesse de la section du fil de fer, relativement à la section de la bobine, supprime pratiquement toute réaction du fil magnétisé sur le courant magnétisant.

» *Résultats.* — Les expériences ont été effectuées sur quatre fils, dont les diamètres étaient respectivement :

(1) $0^{cm},0374$, (2) $0^{cm},0235$, (3) $0^{cm},0155$, (4) $0^{cm},0038$.

» La périodicité du courant magnétisant a varié entre 100 et 1200 périodes à la seconde. Enfin, les champs magnétisants (efficaces) étaient, suivant les séries d'expériences :

(56,6, 37,7, 18,9, 9,4 C.G.S.).

» Si l'on suppose, d'une part, l'énergie dissipée par hystérésis indépendante de la vitesse avec laquelle le cycle est parcouru, et que l'on admette,

d'autre part, que l'induction magnétique qui traverse la section du fer reste uniformément répartie et indépendante de la fréquence (fils fins et faibles saturations) on est conduit, pour la puissance consommée dans une série d'expériences, à une expression de la forme

$$y = An + Bn^2, \tag{1}$$

n désignant la fréquence, A et B deux constantes; le premier terme représentant la puissance absorbée par l'hystérésis, le second celle due aux courants de Foucault.

» En comparant les résultats expérimentaux avec cette relation théorique, nous avons constaté les faits suivants :

« *Saturations élevées.* — Si l'on déduit les valeurs des coefficients A et B de l'ensemble des expériences, on constate pour les fils de gros diamètre (1) et (2) que la courbe calculée ne se superpose pas à la courbe observée, mais que ses ordonnées sont plus élevées. La différence est encore plus grande si les valeurs de A et B sont déduites seulement des expériences à basse fréquence.

» Il semble donc que, pour ces fils, les courants de Foucault, par leur réaction, diminuent la valeur de l'induction dans le fer, au fur et à mesure que la fréquence augmente, atténuant ainsi et la perte due à l'hystérésis et celle due aux courants parasites.

» Pour le fil n° 3, les deux courbes se superposent exactement; la puissance consommée est donc bien représentée par la formule (1); les courants de Foucault semblent donc suffisamment atténués pour ne pas changer sensiblement la valeur de l'induction magnétique aux diverses fréquences. Enfin, pour le fil n° 4 (le plus fin) l'expression de la puissance consommée se réduit à une droite; les courants de Foucault semblent négligeables.

» *Faibles saturations.* — Au fur et à mesure que la saturation diminue, la courbe se rapproche généralement d'une droite : c'est le cas du fil n° 4 pour toutes les inductions.

» En résumé, l'ensemble de ces déterminations nous conduit à admettre que la puissance consommée par hystérésis est bien indépendante de la vitesse avec laquelle le cycle est parcouru. On peut le constater expérimentalement jusqu'aux environs de 1200 périodes à la seconde, à la condition d'employer des fils de fer suffisamment fins [1]. »

---

[1] Les résultats complets du travail paraîtront prochainement dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles.*

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Sur les propriétés magnétiques de l'atmosphère terrestre.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. H. Poincaré.

« Partant de la découverte, faite par lui, que l'oxygène est magnétique et que ses propriétés magnétiques diminuent quand on le chauffe, Faraday a montré que le Soleil doit, en chauffant successivement les portions de l'atmosphère terrestre qui l'ont à leur zénith, produire un déplacement des lignes de force magnétiques de la Terre qui agit corrélativement sur l'aiguille aimantée. Faraday expliquait de cette manière la période diurne de l'aiguille aimantée ; il a développé cette idée dans une série de Mémoires, et un grand nombre de savants l'ont adoptée depuis. Il est certain que cette explication, si séduisante dans sa simplicité, rend compte fort bien, comme l'a montré Faraday, des particularités de la période diurne de l'aiguille aimantée, aux divers points de la Terre, en phase et en direction, c'est-à-dire *qualitativement*.

» J'ai entrepris de soumettre cette idée à un criterium *quantitatif*, à l'aide de données qui manquaient à Faraday et qui ont été fournies par divers travaux récents.

» Faraday, sans d'ailleurs qu'il ait examiné numériquement la question, pensait que si, peut-être, la perméabilité magnétique des couches inférieures de l'atmosphère n'était pas assez grande pour expliquer la grandeur des effets observés, celle des couches supérieures devait être bien plus grande à cause de leur température plus basse et devait, malgré la distance de ces couches à l'aiguille aimantée, expliquer suffisamment l'amplitude des variations de celle-ci.

» Or, on sait actuellement que la susceptibilité magnétique k d'un gaz est liée à sa pression P et à sa température absolue par la relation suivante (formule de Curie), où B est une constante,

$$k = \frac{BP}{\theta^2}.$$

» A la température normale et pour l'air à la pression atmosphérique :

$$k = +0{,}027.10^{-6}.$$

» Pour résoudre le problème que je me suis posé, il faut trouver comment varie le rapport $\frac{P}{\theta^2}$ lorsqu'on s'élève dans l'atmosphère.

» Or M. Teisserenc de Bort a publié (¹) des nombres et diagrammes qu représentent les températures à différentes hauteurs dans l'atmosphère et à toutes les époques de l'année, telles qu'elles résultent des données de plus de cent ascensions de ballons sondes munis d'enregistreurs. A l'aide des nombres de M. Teisserenc de Bort, j'ai calculé les hauteurs moyennes auxquelles se trouvaient respectivement les isothermes 0°C., − 25°C., − 40°C., − 50°C. (l'isotherme + 18°C. étant par hypothèse au niveau de la mer). La valeur de la pression P correspondant à la hauteur moyenne des isothermes considérées est donnée par la formule de Laplace (dans laquelle on peut supprimer le terme hygrométrique qui ne produit que des corrections négligeables ici).

» Le Tableau suivant met en regard les valeurs correspondantes ainsi trouvées de la température, de l'altitude, de la pression, du rapport $\frac{P}{\theta^2}$ et enfin de K.

t° C.	θ° absolu.	Z (altitude moyenne correspondante).	P.	$\frac{P}{\theta^2}$ 10⁻⁵.	k.
+ 18°	291°	0ᵐ	760ᵐᵐ	897	$+0{,}027.10^{-6}$
− 25	248	6100	351	571	$+0{,}017.10^{-6}$
− 40	233	8200	261	481	$+0{,}014.10^{-6}$
− 50	223	10000	148	298	$+0{,}009.10^{-6}$

» Il ressort nettement de ce Tableau que, contrairement à ce que croyait Faraday, *la susceptibilité magnétique de l'air atmosphérique diminue à mesure qu'on s'élève*. Elle diminue même assez vite puisqu'elle est déjà réduite du tiers de sa valeur lorsqu'on a dépassé la moitié de la masse atmosphérique et qu'elle n'est plus égale qu'à $\frac{1}{3}$ de sa valeur au niveau du sol, quand la masse atmosphérique est réduite à $\frac{1}{5}$.

» Dans ces conditions je peux montrer facilement que l'influence des propriétés magnétiques de l'atmosphère sur le champ terrestre est d'ordre absolument infime.

» Si l'on considère, en effet, la susceptibilité magnétique de l'atmosphère comme uniforme et égale à sa valeur près du sol (ce qui, d'après ce que je viens de montrer, est une valeur maxima extrême) et si nous considérons en un lieu de la Terre la position de l'atmosphère située au-dessus, comme un cylindre de dimensions très grandes, l'induction maxima pro-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 417-420.

duite par le champ terrestre à l'intérieur de ce cylindre est, dans les conditions les plus favorables,

$$\mathcal{H}_1 = \mathcal{H}(1 + 4\pi k)$$

(en réalité l'aiguille aimantée est non pas à l'intérieur, mais à la base de ce cylindre où l'induction est encore plus faible).

» Dans les conditions les plus favorables à la théorie de Faraday, et qui sont des conditions limites maxima, l'effet de l'atmosphère est d'augmenter le champ terrestre de $\mathcal{H} \times 4\pi k$. Or en France la valeur de la force totale du champ terrestre est environ 0,466 C. GS. La fraction maxima de cette valeur due à l'atmosphère est donc

$$\delta\mathcal{H} = 0{,}466 \times 4\pi \times 0{,}027 . 10^{-6} = 0{,}1412 . 10^{-6} = 0{,}0000001412.$$

Or, d'après Faraday, ce sont les variations de la valeur de $\delta\mathcal{H}$, dues au rayonnement solaire, qui produiraient la période diurne de l'aiguille aimantée. Si nous supposons que la chaleur due au rayonnement solaire dans l'atmosphère devienne capable à un moment donné, non seulement de diminuer dans une certaine proportion la valeur de la susceptibilité magnétique de l'atmosphère, mais même de l'annuler complètement, le champ terrestre serait au maximum diminué de 0,000000141 [1]. Or la période diurne produit (les années de minima des taches, c'est-à-dire lorsqu'elle est elle-même minima) une variation du champ terrestre égale à 0,00021, c'est-à-dire 1500 fois plus grande que celle qui se produirait si la perméabilité magnétique de l'atmosphère était tout d'un coup supprimée.

» *Les propriétés magnétiques de l'atmosphère ne peuvent donc avoir que des effets infimes sur le champ magnétique terrestre, et en particulier elles ne peuvent produire qu'une fraction complètement négligeable de la période diurne de l'aiguille aimantée.* »

PHYSIQUE. — *Sur les étincelles électriques.* Note de M. **B. Eginitis**, présentée par M. J. Violle.

« 1. L'instabilité des phénomènes lumineux des étincelles, que nous avons toujours remarquée en étudiant l'influence de la self-induction sur

---

(1) Cette variation ne pourrait être décelée par nos appareils d'observation les plus sensibles, tant elle est minime.

les décharges électriques, nous a amené à la comparaison des variations des phénomènes lumineux et des phénomènes calorifiques des pôles.

» Quand la self-induction du circuit de décharge augmente, on remarque, pour les petites valeurs de la self-induction, un petit maximum des phénomènes lumineux de l'auréole, avec les métaux du groupe du fer et du platine. Ce maximum est accompagné d'une petite augmentation de la température des pôles. Si l'on augmente de plus en plus la self-induction, les phénomènes lumineux subissent une diminution très rapide, tandis que la température des pôles augmente extrêmement vite et atteint un maximum correspondant à un minimum des phénomènes lumineux. Ces variations sont très bien marquées avec le platine et le fer, tandis que le nickel ne présente pas des variations très nettes.

» 2. Si l'on continue à augmenter la self-induction, la température des pôles diminue lentement, et présente un minimum, tandis que l'intensité des phénomènes lumineux augmente.

» Les fils fins deviennent incandescents et présentent quelquefois une grande dissymétrie. Pour certaines valeurs de la self-induction, c'est l'un des pôles seulement, dépendant de la nature du métal, qui devient incandescent. Dans ce cas, par un agrandissement des étincelles, on voit que le pôle incandescent ([1]) ne donne pas d'auréole, tandis que le pôle froid est le siège des phénomènes lumineux des étincelles ([2]).

» De ces comparaisons résulte que l'apparition des grands échauffements des pôles est accompagnée de la disparition des phénomènes lumineux. Tout ce qui augmente la température des pôles diminue l'intensité lumineuse de l'auréole. Ainsi, nous avons constaté que, quand les dimensions des pôles diminuent de plus en plus, qu'ils deviennent des fils de plus en plus fins, les phénomènes calorifiques augmentent, tandis que les phénomènes lumineux diminuent. M. Hemsalech avait remarqué, pour le nickel, qu'il vaut mieux prendre des pôles gros, pour avoir de bons spectres. Ce sont les phénomènes calorifiques qui s'opposent à l'emploi de fils fins d'un certain nombre de métaux, dans les recherches spectroscopiques.

» 3. Ces recherches ont été suivies d'une étude des variations des phénomènes lumineux des étincelles quand on fait varier artificiellement la température des pôles. On reconnaît que le refroidissement des pôles

---

([1]) *Voir* la figure dans les *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 5 mai 1902.

([2]) La forme conique de l'auréole, dans ce cas, explique la forme conique des raies qu'on observe souvent.

produit une augmentation des phénomènes lumineux, tandis que l'échauffement diminue leur intensité. La grandeur de ces variations dépend de la valeur de la self-induction. Pour certaines valeurs de la self-induction (quand les pôles sont des fils fins) une très petite élévation de la température des pôles suffit pour faire disparaître presque complètement les phénomènes lumineux des étincelles. En même temps, les pôles deviennent incandescents. Il y a une température critique des pôles au-dessus de laquelle les étincelles présentent ce phénomène.

» Cette température critique peut être atteinte par une augmentation du nombre des interruptions du circuit primaire, ou par une variation de la distance explosive, ou par l'action des étincelles jaillissant pendant un certain temps, etc. Dans ce dernier cas on voit que, tandis qu'au commencement les étincelles sont lumineuses, après un certain temps la température critique est atteinte et les étincelles perdent *brusquement* leur luminosité, tandis que les pôles deviennent incandescents. »

ÉLECTRICITÉ. — *Séparation électrique des poudres métalliques de la matière inerte, et de la partie métallique d'un minerai de sa gangue*. Note de M. **D. Negreano**, présentée par M. Lippmann.

« I. Découpons dans une plaque métallique un disque central [1], et réunissons le disque au pôle positif d'une machine Whimshurst et la plaque au pôle négatif. Projetons ensuite verticalement, à l'aide d'un soufflet pourvu d'un disque en bois à trous très fins, un mélange pulvérulent de sable et de métal. On constate facilement que le sable sera déposé sur le disque central; sur la plaque métallique, on constate d'abord un anneau de sable dans le voisinage immédiat du disque, puis un second anneau plus éloigné de poudre métallique.

» L'expérience a été réalisée avec un mélange de sable et des poudres de bronze, argent et or.

» II. On peut parvenir d'une façon plus commode à la séparation des poudres métalliques des matières inertes, en dirigeant les expériences d'une façon un peu différente.

» Sur une plaque métallique horizontale isolée, on place le mélange pulvérulent et l'on réunit la plaque au pôle négatif de la machine. Approchant ensuite de la plaque un disque métallique mobile mis en communication au pôle positif de la machine, on constate que la poudre métallique est repoussée et en partie déposée sur la partie supérieure du disque.

---

[1] *Comptes rendus*, 15 décembre 1902.

» La séparation se fait d'une façon très nette si l'on opère avec des grains de sable et de métal. Ainsi, me servant des grains de sable et des grains très petits de cuivre ou de bronze, j'ai observé que presque la totalité du métal est déposée sur le disque.

» On peut expliquer le dépôt des substances métalliques sur le disque de la façon suivante : dans l'intervalle formé de la plaque et du disque métallique, dont l'ensemble forme un condensateur à air, le champ est uniforme et les lignes de force normales au disque; au voisinage des bords du disque, les lignes de force se recourbent, de façon que celles qui partent de la plaque au delà de la surface en regard du disque s'infléchissent et viennent aboutir sur le disque; c'est justement le chemin suivi par les parcelles métalliques qui viennent s'y déposer. Ce fait serait d'ailleurs une confirmation expérimentale des lignes de force construites par Helmholtz, dans le cas d'un condensateur à plaques parallèles.

» Le procédé indiqué précédemment pourrait servir, dans quelques cas, à séparer un mélange des métaux réduits en grains très fins. Par exemple, avec un mélange de laiton et de cuivre, l'expérience montre que le laiton est repoussé et déposé sur le disque métallique.

» On peut de même séparer, par le même procédé, la partie métallique d'un minerai de sa gangue. Ainsi, en faisant l'expérience avec une roche quartzeuse qui contient de riches imprégnations de pyrite, on observe que la pyrite repoussée est partiellement déposée sur le disque. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un galvanomètre enregistreur et un contact tournant, et sur leur emploi au tracé des courbes de courants alternatifs.* Note de M. **J. Carpentier**, présentée par M. Mascart.

« L'un des deux instruments que je mets aujourd'hui sous les yeux de l'Académie est un galvanomètre enregistreur, présentant quelques dispositifs nouveaux, propres à faciliter et à étendre les applications auxquelles se prêtent de semblables appareils.

» Ce galvanomètre est du genre Deprez-d'Arsonval; son cadre mobile, disposé horizontalement, porte deux aiguilles pendantes : l'une, en avant de l'aimant, se meut devant un arc divisé; elle est simplement indicatrice; l'autre, derrière l'aimant, est armée à son extrémité inférieure d'une plume à godet triangulaire, rempli d'encre d'aniline; elle sert à tracer sur une feuille de papier appliquée contre le fond de l'instrument et entraînée de haut en bas, comme il sera dit plus loin, les courbes qu'engendre la composition des mouvements de la plume et du papier.

» Grâce à un montage particulier du cadre mobile, dont la description ne saurait être claire sans figure, la position de repos de l'aiguille peut être fixée tantôt au centre de l'échelle, tantôt à l'une des extrémités et répondre ainsi à la mesure de courants soit de sens variable, soit de sens constant.

» La feuille de papier, ainsi que j'ai dit précédemment, se déplace en glissant contre le fond de l'instrument. On l'introduit dans le couloir qui lui est destiné par le haut, *comme on met une lettre à la poste;* quand elle est suffisamment engagée, elle est saisie par deux molettes dentées contre lesquelles la pressent deux ressorts. Les deux molettes sont montées sur un même arbre, disposé horizontalement vers le bas de l'appareil, et c'est par la rotation de cet arbre que le papier se trouve entraîné. Par suite de la progression, la feuille sort de l'instrument par une fente pratiquée dans le fond inférieur et s'échappe automatiquement une fois terminée son excursion complète. Rien n'est plus facile alors que de la remplacer par une autre feuille et l'on remarquera combien ce procédé de mise en expérience est plus simple que celui qui consiste à enrouler et à fixer sur un cylindre une feuille d'inscription.

» La commande de l'arbre à molettes est faite par l'intermédiaire d'un petit train d'engrenage, dont le mobile extrême est un rochet actionné par un cliquet monté sur l'armature d'un électro-aimant. Quand on envoie dans cet électro une série de brefs courants le rochet tourne et l'entraînement du papier a lieu. Ce dispositif donne une grande latitude pour la vitesse de progression de la feuille d'inscription. En effet, si on envoie dans l'électro des émissions de courants périodiques, données par une horloge distributrice, on peut disposer cette horloge de manière à faire varier aisément, et dans de larges proportions, le nombre de ces émissions par unité de temps, et obtenir pour l'avancement de la feuille des vitesses de progression très diverses et toujours rigoureuses.

» Mais il y a plus: on peut régler les émissions de courant suivant une loi quelconque; on peut lier la progression du papier à la variation d'un élément autre que le temps et utiliser l'instrument pour des applications toutes spéciales. J'en donnerai un exemple dans un instant.

» Le second des instruments qui font l'objet de cette Note est tout à fait indépendant du premier. Il est destiné à l'analyse des courants alternatifs par une méthode dont M. Joubert a donné le principe, en 1880. J'indique en deux mots cette méthode.

» Quand on considère un conducteur relié à l'un des pôles d'une machine productrice de courants alternatifs, à marche bien régulière, son potentiel varie d'une manière continue dans l'intervalle d'une période, mais il repasse par la même valeur à un même moment dans toutes les périodes.

» Si, à un instant quelconque, on met en communication, pendant un temps très court, avec le conducteur considéré, l'une des armatures d'un condensateur, dont l'autre armature est reliée au second pôle de la machine, ce condensateur prend une charge proportionnelle à la valeur de la différence de potentiel au moment du contact. Pour connaître cette valeur, un procédé des plus simples consiste à décharger le condensateur dans un galvanomètre balistique, immédiatement après sa charge, afin d'éviter toute déperdition. Si, au lieu de faire cette manœuvre une fois, on la répète à un même moment de toutes les périodes, le galvanomètre recevra, non plus une impulsion unique, mais une série d'impulsions identiques et très rapprochées, qui l'influenceront comme ferait un courant continu et lui imposeront une déviation

fixe. C'est cette déviation qui, en définitive, mesurera la valeur par laquelle passe la différence de potentiel au moment du contact. Qu'on fasse varier dans cette période le moment du contact de charge et l'on suivra toutes les variations de la différence de potentiel.

» C'est précisément pour exécuter ces diverses opérations qu'a été combiné mon appareil, que je désigne sous le nom de *contact tournant*.

» Il est constitué de deux parties distinctes : la première partie n'est autre chose qu'une véritable clef de décharge permettant de mettre rapidement un condensateur en communication, alternativement avec le point observé et avec le circuit d'un galvanomètre. La seconde partie est un petit moteur qui, animé par une dérivation du courant alternatif à étudier, prend une vitesse de rotation synchrone avec ce courant et manœuvre périodiquement la clef de décharge. Cette manœuvre est opérée par une simple *came* fixée sur l'arbre du moteur, came portant une bosse qui, au même moment, dans chaque tour, soulève une touche dont le mouvement se transmet à la clef de décharge. La touche montée sur un plateau circulaire peut être déplacée autour de l'axe du moteur et, *en tournant*, être rencontrée par la bosse de la came aux divers moments de la période. Le plateau circulaire qui porte la touche s'entraîne par une vis tangente qu'on commande de l'extérieur avec une manivelle.

» C'est ici qu'il convient de montrer comment le galvanomètre enregistreur précédemment décrit, grâce au mécanisme adopté pour l'entraînement du papier, se prête particulièrement bien au tracé des courbes représentatives des courants alternatifs, que le contact tournant permet d'analyser.

» La manivelle au moyen de laquelle on déplace la touche exploratrice, armée d'un tambour denté contre lequel frotte un ressort contact, peut lancer dans l'électro-aimant entraîneur du papier une suite d'émissions de courants, en nombre fixe par tour, et provoquer la progression de la feuille d'inscription tout comme si elle commandait directement l'axe des molettes. Ainsi le déplacement de la feuille se trouve solidarisé avec le déplacement de la touche exploratrice et les courbes fournies par l'instrument représentent bien, finalement, la loi de variation d'un potentiel alternatif en fonction du temps dans la période.

» L'expérience est d'une organisation tout à fait simple; elle n'exige, pour ainsi dire, pas de préparatifs et peut être réalisée avec un matériel réduit.

» J'ai l'honneur de faire fonctionner mes appareils sous les yeux de l'Académie et de tracer la courbe d'un courant. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nature du principe sulfuré de l'eau de la source Bayen à Bagnères-de-Luchon.* Note de M. F. GARRIGOU, présentée par M. Arm. Gautier.

« Une importante Communication faite à l'Académie des Sciences et à l'Académie de Médecine par M. Moissan ([1]), *sur la présence du soufre libre dans les vapeurs de la source de la grotte de Luchon*, a donné lieu à une discussion des plus intéressantes ([2]). MM. H. Moissan et A. Gautier ayant bien voulu faire intervenir, dans cette discussion, mes recherches hydrologiques, je me permets de faire connaître mes observations sur l'eau de la source Bayen, voisine de celle de la grotte.

» J'ai fait à Luchon, sur la source Bayen, la plus chaude de ces eaux (66°) et la plus sulfurée ($0^g,031$ de soufre à l'état de sel sulfuré), cette expérience que j'ai répétée plusieurs fois :

» Je prends un ballon de verre de 2^l à 3^l portant un bouchon à trois trous : 1° dans l'un passe un tube s'ouvrant vers le tiers supérieur du ballon, et terminé extérieurement par un robinet; 2° dans le second trou, passe un tube droit plongeant jusqu'aux trois quarts inférieurs du ballon. Il est terminé à la partie supérieure par un entonnoir à robinet; 3° un troisième tube, recourbé à angle droit, traverse le troisième trou, et s'ouvre à la partie inférieure du bouchon; ce tube peut être bouché extérieurement par un tube en caoutchouc sur lequel on adapte une pince. Le ballon, ainsi préparé, est soumis au vide aussi complet que possible.

» On peut aspirer alors facilement, en ouvrant le robinet du premier tube, une quantité d'eau sulfurée de la source Bayen, suffisante pour remplir le ballon aux deux tiers, sans laisser pénétrer d'air. Cela fait, on place le ballon sur un fourneau, et l'on met le troisième tube (tube abducteur) en communication avec une série de flacons laveurs contenant du nitrate de cadmium. Ces flacons à sel de cadmium peuvent être mis successivement en communication, d'une manière indépendante, avec le ballon.

» L'expérience ainsi disposée, on ouvre la communication du premier tube avec l'air extérieur en ayant soin de priver celui-ci d'oxygène et d'acide carbonique en le faisant barboter dans deux solutions de pyrogallate de sodium et de potasse caustique. On chauffe alors l'eau jusqu'à l'ébullition en faisant communiquer le ballon avec le premier flacon à nitrate de cadmium, dans lequel on voit se former très rapidement et avec abondance du sulfure de cadmium.

» Après un quart d'heure d'ébullition, on dirige la vapeur qui s'échappe du ballon

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXV, n° 26, séance du 29 décembre 1902.

(2) *Bull. Acad. de Médecine,* séance du 3 février 1903.

dans un second flacon à nitrate de cadmium, dans lequel il ne se forme plus de sulfure de cadmium qu'avec une très grande lenteur.

» Si, à ce moment, par l'entonnoir à robinet du deuxième tube, on ajoute à l'eau en ébullition une solution concentrée de sulfate d'aluminium, il se produit dans l'eau en ébullition une vive effervescence et les vapeurs passant du ballon dans le troisième flacon laveur à nitrate de cadmium y déterminent instantanément un abondant précipité de sulfure de cadmium.

» Après 10 minutes d'ébullition, il ne se produit plus, dans une nouvelle solution de nitrate de cadmium, aucun précipité. Tout le sulfure a été décomposé, et l'acide sulfhydrique qui pouvait être formé par ce sulfure est passé dans les flacons laveurs, où il se trouve à l'état de sulfure de cadmium, dont il est facile de peser le soufre à l'état de sulfate de baryte.

» De cette expérience, je conclus :

» 1° Dès le début de l'opération, il s'est échappé de l'acide sulfhydrique en abondance, parce que cet acide existait à l'état libre ou combiné sous forme de sulfhydrate;

» 2° Après l'expulsion de cet acide, il ne s'en est plus dégagé que des quantités minimes, provenant de la décomposition lente du monosulfure restant;

» 3° A la suite de l'addition du sulfate d'alumine dans l'eau sulfurée en ébullition, un nouveau dégagement brusque d'acide sulfhydrique s'est produit, parce que le monosulfure restant a été décomposé en acide sufhydrique avec production d'alumine.

» Donc, l'eau Bayen, avant son contact avec l'air, contient du sulfhydrate de sulfure, chose très importante à établir en vue de l'organisation pratique des appareils de humage. Toutefois la même conclusion ne s'applique pas nécessairement, comme je le montrerai, aux autres eaux sulfureuses de la même station. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Cellulose soluble*. Note de M. **Léo Vignon**. (Extrait.)

« L'oxycellulose préparée au moyen du chlorate de potasse et de l'acide chlorhydrique [1] est attaquée à froid par les solutions concentrées de potasse. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie l'étude de cette réaction.

» 10g d'oxycellulose sont introduits en une seule fois dans 100cm³ d'une solution de potasse à 30° B. (contenant 27g KOH). La température initiale étant de 14°,5, monte

(1) *Comptes rendus*, 20 septembre 1897.

au bout de 1 minute à 18°, et redescend ensuite lentement à 14°,5. Le mélange est visqueux, de couleur jaune d'or; quelques grumeaux surnagent.

» Après 30 minutes de contact, on a filtré sous pression. La solution a été reçue dans un mélange de 60g HCl à 22° et 60g eau refroidie à — 12°. Le liquide filtrant tombe goutte à goutte dans l'acide, de manière à éviter une trop forte élévation de température. Il se forme peu à peu un précipité abondant et le mélange se décolore. La température finale est — 6°.

» On obtient en somme, par ce traitement : (A) un résidu insoluble dans la potasse, qui a été lavé complètement à l'eau distillée froide et chaude pour éliminer toute la potasse; (B) une liqueur alcaline, donnant par l'action de l'acide chlorhydrique en léger excès un précipité (C).

» *Résidu* A, insoluble dans la potasse : ce produit, lavé à l'alcool, à l'éther, séché à la température ordinaire, pèse 6g. Il présente toutes les propriétés de la cellulose.... En somme, en agissant sur l'oxycellulose, la potasse froide a régénéré 60 pour 100 de cellulose.

» La *liqueur alcaline* B a été partiellement carbonatée : elle renferme en effet 0,888 CO^2 pour 10g d'oxycellulose; soumise à l'action de l'acide chlorhydrique en léger excès, elle laisse déposer un précipité grisâtre floconneux C, qui présente les caractères suivants :

» Le *précipité* C, complètement lavé à l'eau distillée, séché à la température ordinaire, prend l'aspect corné; la substance est brun clair, cassante, se pulvérisant facilement en un produit blanc faiblement coloré. Son poids représente 8 à 10 pour 100 de l'oxycellulose traitée.... Ce produit possède la composition centésimale de la cellulose. Il en diffère par sa chaleur de combustion et son aptitude à former du furfurol.

» *Propriétés.*— Poudre blanche, amorphe, contenant 3,5 pour 100 d'eau à la température ordinaire, partant à 110°; retenant environ 1 pour 100 de matières minérales (chaux, silice); très peu soluble dans l'eau froide (0g, 02 par litre), davantage dans l'eau bouillante (0g,396 par litre); insoluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, le chloroforme, l'acétone, l'éther de pétrole et le sulfure de carbone.

» *Action des bases.* — Les solutions de potasse et de soude caustique dissolvent cette matière en donnant une liqueur jaune. Les solutions brunissent par contact prolongé, à froid ou par l'ébullition : par addition d'acides ou de solutions de chlorures de potassium, de sodium, de calcium ou de baryum, la substance se précipite et la liqueur se décolore.

» *Action des acides.* — L'acide chlorhydrique dissout partiellement la substance. L'acide nitrique la dissout entièrement et dégage des vapeurs nitreuses à l'ébullition. L'acide sulfurique jaunit la substance à froid; à chaud, il la carbonise en se colorant et en dégageant de l'anhydride sulfureux.

» *Réactions diverses.* — La substance réduit la liqueur de Fehling et colore en rose, à la longue, le réactif de Schiff.

» *Résumé.* — En agissant à froid sur l'oxycellulose, les solutions aqueuses de potasse régénèrent de la cellulose et dissolvent une cellulose soluble, précipitable par l'acide chlorhydrique et les chlorures alcalins et alcalino-terreux. »

ZOOLOGIE. — *Observations physiologiques et histologiques sur les Géphyriens (dérivés endothéliaux et granules pigmentaires).* Note de M. **Marcel-A. Hérubel**, présentée par M. Yves Delage.

» Dans une hématie vivante de *P. vulgare,* on observe toujours des sphérules que M. Cuénot a décrites comme vacuoles. Pour ne pas préjuger dès maintenant de leur signification, donnons-leur le nom de *boules.* Celles-ci sont d'autant plus nombreuses à l'intérieur d'un même globule qu'elles sont plus petites; il n'y en a jamais plus de huit ou neuf, et, lorsque la boule est unique, elle est énorme; sa coloration est rosâtre. Ce sont les hématies les plus jeunes qui ont les boules les plus petites.

» 1° *Évolution.* — Il existe au sein des jeunes hématies des corpuscules mesurant à peine 1^{μ} et animés d'un double mouvement oscillatoire et de translation. D'autre part, les boules les moins volumineuses, mais qui ont tous les caractères des boules, présentent encore ces mouvements dont l'amplitude diminue à mesure que la taille s'accroît. Entre des deux formations, il y a tous les intermédiaires : donc l'une et l'autre sont des stades évolutifs d'une même formation. Les boules augmentent de grosseur; puis, c'est là un fait que j'ai bien observé, elles se fusionnent deux à deux plusieurs fois. La boule unique qui en résulte, à peu près immobile et inerte, est rejetée dans le liquide cœlomique par rupture des parois de l'hématie, arrivée elle aussi au terme de son évolution. Les boules libres dans la cavité générale sont expulsées au dehors par les pavillons néphridiens.

» 2° *Réactions.* — L'alcalinité est générale. Les boules ont une grande affinité pour la neutralroth, mais n'en ont presque aucune pour le carminate d'ammoniaque. Une fois colorées par le rouge neutre, elles sont décolorées par 2^{vol} d'eau distillée et 1^{vol} d'eau sucrée à 1 pour 100. L'azotate d'argent ne décolore pas et provoque une sensible recrudescence de mouvement chez les corpuscules. L'éther en vapeur ou l'éther liquide n'apportent pas d'obstacle à l'affinité de la boule pour le neutralroth. Au contraire le curare à 1 pour 100 est un décolorant énergique. En fixant et en colorant les boules de grandeur moyenne avec des réactifs appropriés, nous avons pu observer un fin substratum organisé au sein de la boule, que décèle aussi dans certaines circonstances le vert de méthyle, également bon colorant des corpuscules.

» Mais il y a plus. Il n'est pas rare de rencontrer dans le liquide cœlomique certains de ces corpuscules. Comme à l'intérieur des hématies jeunes, ils sont animés de mouvements qu'on ne peut qualifier de *browniens,* puisque le caractère de ces derniers, d'après M. Gouy, est une trépidation sur place sans translation. Au reste, ces mouvements peuvent cesser sous diverses influences : le chlorure d'or à 1 pour 100, par exemple, les arrête.

De semblables mouvements ont été signalés par Pizon, entre autres, chez les *Botryllidés*. Est-ce à dire qu'ils sont vitaux? Je n'irai pas jusqu'à l'affirmer, mais je le crois fortement, car toute l'histoire des boules incite à penser qu'elles sont vivantes ([1]) et, de plus, puisqu'elles dérivent des corpuscules, si l'on accorde la vie à celles-là, il n'y a pas de raison pour la refuser à ceux-ci. Nous considérons donc les boules comme des *sortes* de granules pigmentaires, s'accroissant, passant par un optimum, puis, lorsqu'ils sont volumineux, devenant inertes et immobiles, finalement éliminés de l'organisme.

» Quant à la reproduction des hématies, elle s'effectue de deux manières : 1° par division directe des noyaux (Cuénot); 2° par proliférations de certaines régions de l'endothelium :

» J'ai trouvé de ces proliférations très intenses dans les lacunes de l'extrémité antérieure du Siponcle. Il n'y a jamais de mitoses. Chez *Sipunculus nudus,* les hématies prennent parfois certains aspects, dus sans doute à la dégénérescence. C'est ainsi que, dans nombre d'hématies, le cytoplasma délimite, suivant l'axe de la cellule, une cavité à section circulaire occupée par le noyau piriforme : cela constitue un *tore*. Je pense, sans l'affirmer, que le noyau se trouve de la sorte expulsé, car on rencontre souvent dans le cœlome de semblables formations anucléées. Enfin, j'ai pu observer tous les stades de l'évolution régressive de l'hématie du Siponcle. Le cytoplasma devient de plus en plus granuleux et les granules de plus en plus gros. La membrane cellulaire se plisse, le noyau se contracte et bientôt disparaît. Les granules sont disséminés et il ne reste plus que la membrane, qui ne tarde pas à se résorber.

» En donnant maintenant quelques rapides détails sur les amibocytes, ce n'est pas à l'élément en lui-même que je m'attache, mais à la façon dont il se comporte dans certaines circonstances. On aperçoit entre les mailles ou dans les lacunes communicantes de la tunique conjonctive du tube digestif des amas pigmentaires dérivant d'amibocytes. On en trouve à tous les stades, depuis la lame péritonéale jusqu'à l'épithélium digestif. Et, fait à noter, ces amas sont *rejetés* dans la lumière du canal alimentaire et de là sont *expulsés* au dehors de l'animal. Il résulte de là que le *chambrement* dans le tissu conjonctif qui, faute de mieux, est un moyen incomplet d'élimination, n'a pas une durée égale à la vie de l'individu; autrement dit, c'est là un phénomène, non pas de pseudo-élimination, mais d'élimination *réelle* et de longue durée.

» Les urnes ciliées fixes des Phascolosomes commun et allongé (Cuénot,

---

([1]) Au moins au commencement de leur évolution.

moi-même) et les urnes ciliées libres des Siponcles (Cuénot, Metchnikov, etc.) sont les agents les plus importants de la digestion ou de l'agglutination des matières inutiles ou des corps étrangers en suspension dans le liquide cavitaire. A ce dernier titre elles contribuent à former les *amas cœlomiques* si communs chez les Sipunculides. Mais il y a une nouvelle cause, qui n'est autre que l'activité des vésicules appelées par Cuénot *énigmatiques*. On peut même dire de celles-ci qu'elles constituent les points nodaux des amas cœlomiques, formations en somme comparables aux grès géologiques. Nous les avons vues en train d'agglomérer rapidement de fins grains de carmin : ce sont donc des vésicules *agglutinantes*. D'ailleurs, on retrouve souvent, au milieu d'un amas cœlomique, une ou plusieurs de celles-ci, associées à des portions de tissus tombées dans la cavité générale. Tout autour sont disposés les grains de carmin. Leurs modes de réunion sont variés : il y en a d'isolés, d'autres sont réunis deux à deux, d'autres quatre à quatre. Enfin, on observe de petits amas compacts, que je qualifierai de *primaires,* car c'est à la somme de ces derniers que se ramène schématiquement un amas cœlomique. Des hématies, des urnes libres y sont emprisonnées. Une sorte de manteau constitué par de jeunes amibocytes dont on voit très bien les noyaux revêt tout l'amas. »

HISTOLOGIE. — *Sur l'existence d'un filament axile dans la fibrille conjonctive adulte*. Note de M. **P.-A. Zachariadès.**

« La fibrille conjonctive était considérée jusqu'à présent comme un filament cylindrique ne présentant pas de structure particulière; à l'aide de la technique suivante, qui repose sur l'emploi du bleu de méthyle après l'action d'une solution acide, j'ai obtenu des résultats qui révèlent des faits de structure dans la fibrille conjonctive.

» On étale sur une lame de verre un petit fragment de tendon (de la queue du rat adulte) frais ou fixé dans de l'alcool ou dans de l'alcool au tiers; par la demi-dessiccation et à l'aide des aiguilles on arrive à l'étendre et à lui donner l'aspect d'une aponévrose mince; on divise cette membrane desséchée en un grand nombre de petits carrés indépendants, au moyen d'un scalpel que l'on appuie perpendiculairement sur la lame de verre et que, par un mouvement de couperet et de va-et-vient, l'on fait avancer progressivement. Cette technique a pour but d'éviter la rétraction en masse, qui se produirait par l'action de la solution acide si l'on ne prenait pas cette précaution. On plonge la lame avec le tissu ainsi traité dans une solution d'acide acétique à 1 pour 100; quelques minutes suffisent pour produire un gonflement sensible; on lave à l'eau et l'on ajoute

de la solution contenant 5 pour 100 d'alun d'ammoniaque; cette solution, qui sert de mordant, agit au bout de 15 à 30 minutes; on colore, après lavage dans l'eau, par une solution aqueuse saturée de bleu de méthyle; on lave et l'on examine dans la solution alunée, ou bien l'on monte dans du baume au xylol, après avoir fait agir rapidement l'alcool, l'alcool absolu et le xylol.

» Ces préparations montrent des fibrilles isolées, gonflées, violacées, présentant : 1° à leurs surfaces, à des distances variables, des étranglements en anneau, en bâtonnet ou même quelquefois en spirale, colorés en bleu foncé; 2° à leur centre, un filament cylindrique qui constitue leur axe et qui est également coloré en bleu. Il n'est pas rare de voir ce filament proéminer aux extrémités coupées des fibrilles, et l'on peut facilement se convaincre ainsi qu'il ne s'agit point là de canalicule creusé au centre de la fibrille, ni de substance centrale collagène sur laquelle les réactifs auraient agi différemment. La dessiccation ne peut pas être incriminée, car ces faits peuvent être observés sur des tendons fixés et non desséchés.

» Des coupes transversales de ces tendons, traitées de la même manière, donnent des images très instructives, aussi bien pour les fibrilles que pour la substance interfibrillaire; mais le fait qui frappe le plus et sur lequel je veux attirer l'attention c'est qu'au centre de chaque fibrille se voit un point central coloré en bleu, c'est la coupe transversale du filament cylindrique décrit plus haut.

» Ces fibrilles gonflées, vues en long, avec leurs étranglements et leurs filaments axiles, rappellent les fibres nerveuses avec leurs étranglements et leurs cylindres-axes, et l'ensemble d'une coupe transversale de tendon ainsi traitée donne l'aspect d'un nerf coupé en travers; il est même curieux de voir, sur ces coupes, que toutes les fibrilles n'ont pas le même calibre et que certains filaments axiles paraissent nus comme les fibres de Remak; je crois cependant que, jusqu'à présent, on ne saurait aller plus loin dans ce rapprochement.

» Ainsi la structure de la fibrille conjonctive adulte devient complexe; ce n'est plus un filament cylindrique composé d'une seule substance homogène; c'est un véritable organe, dans la constitution duquel entrent les trois éléments suivants, en allant du centre à la périphérie : un filament axile; une substance qui l'entoure et qui gonfle démesurément dans les solutions acides; enfin, une autre substance en dehors, qui empêche par places le gonflement et qui se présente dans ces préparations sous l'aspect d'étranglements.

» Voici comment, je crois, on peut interpréter ces faits : il existerait

d'une part, à l'état normal, autour de la fibrille, une membrane mince; lorsque la fibrille gonfle, cette membrane se déchire, ou se laisse refouler, et se présente sous l'aspect d'anneau qui étrangle la fibrille; elle pourrait encore être éliminée sous forme de grain ou de bâtonnet. Il persisterait, d'autre part, au centre de la fibrille, sous forme de filament axile, un reste du prolongement cellulaire qui a donné naissance à la substance collagène. En sorte que cette membrane ou les étranglements, ainsi que le filament axile, seraient de nature protoplasmique.

» Ces faits viendraient à l'appui de ma manière de voir sur le mode de développement des fibrilles conjonctives; j'ai (1) montré, en effet, que celles-ci proviennent directement des prolongements protoplasmiques des cellules *inoplastiques*.

» Les prolongements destinés à devenir fibrilles partant de ces cellules s'unissent à d'autres cellules semblables, ou à leurs prolongements qu'ils rencontrent sur leur chemin, et leur prennent une partie de leur substance; les fragments protoplasmiques incorporés servent de matériel pour édifier, filer, en quelque sorte, une nouvelle longueur de fibrille; j'ai désigné ce phénomène sous le nom d'*allélophagie*.

» Par conséquent, les faits de genèse de la fibrille, que j'ai déjà fait connaître antérieurement, aussi bien que les faits de structure nouveaux que j'apporte aujourd'hui aboutissent à ces conclusions :

» 1. La fibrille conjonctive est un prolongement cellulaire dont les parties périphériques se sont transformées en substance collagène;

» 2. La fibrille conjonctive, à l'état adulte, est composée d'une membrane, d'une substance collagène et d'un filament axile. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Réaction iodophile des leucocytes dans les suppurations aseptiques par injection sous-cutanée d'essence de térébenthine.* Note de MM. **J. Sabrazès** et **L. Muratet**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Le virage au brun acajou de certains leucocytes, dans les préparations de sang, s'observe au cours d'un grand nombre d'états infectieux. Cette réaction *iodophile* correspond à la mise en évidence du glycogène dans le

(1) *Comptes rendus*, séance du 7 février 1898. *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, séances du 19 février 1898, du 11 mai et 28 décembre 1901.

protoplasma des cellules. Elle est particulièrement intense dans les processus suppuratifs. Les septico-pyohémies staphylococciques, streptococciques, pneumococciques, colibacillaires, la suscitent au premier chef, ce qui, à notre avis, a une grande importance séméiologique; la tuberculose la provoque à un degré bien moindre.

» Faut-il envisager cette iodophilie comme la signature d'une influence exercée par certaines toxines microbiennes sur les globules blancs ou bien y a-t-il lieu d'élargir le cadre des conditions dans lesquelles apparaît cette réaction? Les expériences de suppuration aseptique nous permettent d'intervenir utilement dans le débat.

» Examinons, à l'état normal, le sang du cobaye et du chien : on n'y trouve pas de leucocytes donnant la réaction iodophile.

» Injectons alors aseptiquement à ces animaux, sous la peau du dos, un peu d'essence de térébenthine. Déjà, au bout de quelques heures, l'iodophilie se manifeste dans le sang.

» Le lendemain et les jours suivants, elle est très accusée, tandis qu'un abcès volumineux s'est développé au niveau du point d'injection : or le pus de cet abcès, recueilli aseptiquement, se montre dépourvu de germes et reste stérile à la culture; il contient, comme le sang circulant, énormément de leucocytes polynucléés neutrophiles *iodophiles*. Le chien est l'animal de choix pour cette expérience.

» Il résulte de ces faits que si, en pratique, l'iodophilie des leucocytes de la circulation générale est le plus souvent révélatrice d'une toxi-infection, cela ne signifie pas d'une façon absolue que l'iodophilie doive impliquer *ipso facto* une toxinémie d'origine microbienne : les suppurations aseptiques par l'essence de térébenthine s'inscriraient en faux contre une pareille assertion. »

M. **Emm. Pozzi-Escot** adresse une Note intitulée : « Recherches sur les accidents du collage dans l'industrie du papier ».

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AVRIL 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant la mort de M. *de Bussy*, Membre de la Section de Géographie et Navigation, s'exprime comme il suit :

« Je dois annoncer à l'Académie une nouvelle douloureuse. Notre confrère vénéré, M. Louis de Bussy, nous a été enlevé vendredi dernier, 24 avril; nous le conduirons demain à sa dernière demeure. L'émotion causée par la mort de M. de Bussy sera ressentie par tous les hommes qui aiment notre pays, car tous les hommes qui aiment notre pays s'intéressent à la marine française, et personne plus que notre grand constructeur de cuirassés, M. de Bussy, ne lui a rendu des services. Mais sa perte attriste particulièrement notre Académie; chaque lundi nous le trouvions à sa place, et, chaque lundi, nous admirions sa bonté touchante, son étonnante modestie. Il est de ceux dont le talent et le caractère nous ont fait le plus d'honneur.

» La séance sera levée, en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la correspondance et le vote pour l'élection d'un Correspondant. »

PHYSIQUE. — *Sur le rayonnement du polonium et sur e rayonnement secondaire qu'il produit.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Le rayonnement du polonium diffère de celui du radium par l'absence de rayons semblables aux rayons cathodiques. J'ai montré récemment [1] que les rayons les plus actifs du polonium étaient formés d'un faisceau

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 431.

sensiblement homogène possédant, comme les rayons α du radium, une faible déviabilité dans un champ magnétique très intense et une dispersion insensible; le sens de la déviation les assimile aux rayons canaux de Goldstein, ce que M. Rutherford avait démontré pour les rayons α du radium.

» On ne connaissait jusqu'ici, dans le rayonnement du polonium, que les rayons dont il vient d'être question; ils sont caractérisés par l'absorption très considérable qu'ils éprouvent au travers du papier, du verre, du mica ou des métaux en lames très minces, comme cela résulte de mes anciennes expériences ([1]) et de celles de M. et Mme Curie ([2]).

» J'ai observé récemment, dans le rayonnement du polonium, l'existence d'un rayonnement très pénétrant.

» Déjà, en 1901, j'avais eu l'occasion de reconnaître certains effets de pénétration des rayons de polonium, en étudiant les effets secondaires qu'ils produisent ([3]).

» L'expérience que j'avais réalisée était la suivante : je possédais alors, depuis un an, une petite quantité d'azotate de polonium, mélangé de bismuth, qui m'avait été donné par M. Curie, et qui, pendant ce temps, s'était déjà affaibli. Je déposai ce produit dans une petite auge rectangulaire, de 4^{mm} sur $2^{mm},5$ de section, découpée dans une feuille de carton et fermée à la partie inférieure par une feuille de papier noir collée à plat sur les parties pleines. Cette petite auge fut posée sur une plaque photographique non enveloppée et fut recouverte d'une petite gouttière demi-cylindrique de 11^{mm} de diamètre formée en partie de plomb et en partie d'aluminium. Au bout d'une quinzaine de jours de pose, on obtint sur la plaque, d'une part, une impression faible due à des rayons secondaires venant du cylindre métallique et, d'autre part, une impression très intense au-dessous de la source reproduisant la projection de la section de l'auge au travers du papier. Or la même feuille de papier, placée sur la matière active, arrête les rayons du polonium. La même expérience fut reprise en augmentant l'épaisseur du fond de l'auge, le rayonnement fut arrêté et les rayons secondaires émis par le demi-cylindre supérieur produisirent seuls une impression très notable.

» Les produits qui ont servi à ces expériences ont perdu, depuis, leur activité.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 776, et t. CXXIX, p. 1205.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 73 et 76.

([3]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 735.

» M. et Mme Curie ayant eu l'obligeance de me prêter, en vue de l'expérience de déviabilité magnétique rappelée plus haut, quelques grains d'une préparation ancienne de polonium métallique, autrefois très active, mais notablement affaiblie aujourd'hui, j'ai profité de ce produit pour répéter et compléter mes observations antérieures.

» J'ai d'abord placé les grains métalliques dans une petite cuve dont les parois étaient formées par une petite bande de plomb de 1^{mm} d'épaisseur et de 3^{mm} de hauteur environ, et dont le fond était constitué par une petite feuille de papier noir; sur la moitié du fond on a collé une lame mince de mica qui débordait de plusieurs centimètres sur tout un côté de la cuve; on a posé ce dispositif sur la gélatine d'une plaque photographique, et l'on a recouvert la cuve avec la petite gouttière métallique qui avait servi aux anciennes expériences. L'épreuve développée au bout de 17 jours a montré une impression intense sous la cuve, dessinant la projection de celle-ci. L'impression s'est faite au travers du mica, bien qu'un peu affaiblie par cet écran. En même temps on observe qu'un faisceau émané directement du polonium, au travers d'une fissure des parois de plomb, a impressionné la plaque sur la partie non protégée, mais n'a pas traversé le mica. Enfin les rayons secondaires émis par la gouttière métallique ont donné une impression très notable, qui s'est produite également au travers du mica tout en étant plus faible.

» On a répété alors une expérience toute semblable, en couvrant entièrement de mica la plaque photographique et en substituant à la petite cuve à fond de papier une cuve entièrement en plomb épais, et en couvrant celle-ci avec une gouttière en plomb un peu plus grande.

» Au bout de 14 jours de pose on a obtenu, au travers du mica, sous le cylindre, une impression presque uniforme au milieu de laquelle une partie un peu plus claire indiquait la place de la cuve. Les rayons ayant traversé le fond ont donné dans ce cas un effet un peu plus faible que les rayons secondaires émanant de la paroi intérieure du cylindre de plomb.

» Si l'on couvre la cuve avec du papier noir, on arrête les rayons α; l'expérience faite avec une cuve à fond de papier, fermée en dessus par du papier noir, a montré, au bout de 8 jours, une impression secondaire faible sous le cylindre de plomb, et, si l'on tient compte du temps de pose, qui est moitié de celui des expériences précédentes, on peut en conclure que les rayons secondaires sont produits, sinon en totalité, du moins en notable proportion par un rayonnement pénétrant autre que les rayons α. Dans cette expérience, la moitié seulement de la plaque photographique

était couverte de mica. L'impression au travers du fond de papier a été extrêmement intense, même au travers du mica; le groupement irrégulier des grains inégaux a réparti inégalement l'intensité sur le fond, et l'impression affecte le caractère des effets secondaires.

» L'expérience suivante achève de démontrer l'existence de ces rayons pénétrants :

» Sur une plaque photographique entièrement couverte par une lame très mince de mica on a posé, à même sur le mica, un gros grain de polonium métallique ayant environ $3^{mm},5$ de diamètre; puis, latéralement, à une distance de 2^{cm} de ce grain, on a mis sur la plaque une sorte de gouttière en plomb de 1^{cm} de diamètre, de $3^{cm},5$ de long, de 1^{cm} de haut, dont l'axe était perpendiculaire à la direction moyenne passant par le grain de polonium. Du côté exposé au rayonnement du polonium, la gouttière présentait une paroi dont une partie avait été légèrement repliée vers l'intérieur et dont l'autre partie, restée verticale, comprenait une région pleine en plomb de 1^{mm} d'épaisseur, puis deux fenêtres fermées, l'une par une lame d'aluminium, l'autre par une lame de cuivre chacune de $0^{mm},10$ d'épaisseur. L'épreuve a été développée au bout de 10 jours de pose. Au-dessous de la position qu'occupait le grain, on remarque une tache ronde de 5^{mm} environ de diamètre s'étendant à peine à quelques millimètres au delà par diffusion et au centre de laquelle, dans l'impression très intense, on peut distinguer la projection de la surface du grain de polonium et des inégalités de la surface; puis latéralement, à 2^{cm} de distance, on voit une impression uniforme sur toute la partie qui était recouverte par la gouttière de plomb. Les rayons α du polonium n'ont pas traversé le mica; l'impression sous la source, qui ressemble aux taches observées sous les petites cuves de plomb contenant du radium, est due à des rayons secondaires provoqués à la sortie du mica par des radiations pénétrantes dont l'action s'est affaiblie progressivement à mesure que l'épaisseur de la matière traversée obliquement a été plus grande. La gouttière en plomb a été atteinte par des rayons pénétrants qui ont traversé les divers métaux et entre autres le plomb sous une épaisseur de 1^{mm}.

» Ces rayons ont provoqué des rayons secondaires sur toute la surface intérieure de la gouttière. Ils n'en ont pas excité du côté de la face d'entrée exposée au polonium; à la sortie de la paroi d'incidence, on remarque des maxima d'action derrière le cuivre et derrière le plomb, une action un peu moindre que les précédentes derrière l'aluminium, et un maximum tout le long du bord intérieur de la paroi du fond. En regard de la portion de

paroi un peu repliée vers l'intérieur et présentant au rayonnement incident une face inclinée vers la plaque photographique, il n'y a pas eu d'impression. L'action n'apparaît qu'à l'intérieur après avoir traversé la paroi. Enfin on constate que, sauf un très léger voile, il n'y a pas d'impression ni en avant, ni au delà de la gouttière métallique.

» J'ai donné ces divers détails parce qu'ils ont tous leur importance, et qu'ils concordent pour montrer que ces rayons pénétrants produisent des effets tout à fait semblables à ceux des rayons pénétrants du radium filtrés par une notable épaisseur de métal.

» Des trois parties distinctes qui constituent le rayonnement du radium il semble donc que le rayonnement du polonium en possède deux, et que la partie de nature cathodique soit la seule dont on n'ait pu reconnaître la présence.

» J'ajouterai encore quelques considérations relatives au rayonnement de l'uranium. Le rayonnement de ce corps ne possède pas de rayons analogues aux rayons α du radium et du polonium. J'ai déjà démontré antérieurement [1] que l'impression obtenue dans l'air sur une plaque photographique, par les rayons de l'uranium, était entièrement produite par des rayons déviables comme le sont les rayons cathodiques.

» J'ai refait récemment l'analyse magnétique du rayonnement émis par l'uranium, en utilisant l'action sur une plaque photographique et en opérant dans le vide presque complet. L'impression obtenue a été encore entièrement déviée et dispersée sans trace de rayons non déviables actifs; la pose avait duré 43 jours. On ne trouve donc pas, dans le rayonnement de l'uranium, des rayons de la nature des rayons α dont l'activité photographique soit relativement plus grande que celle des rayons cathodiques, comme on l'observe avec le radium; d'un autre côté, on ne peut attribuer l'absence de ces rayons à une absorption par l'air.

» Dans ses premières expériences électriques relatives au rayonnement de l'uranium, M. Rutherford avait observé une partie très absorbable, très active pour ioniser l'air, et qu'il avait également appelée des rayons α. Ces rayons, d'après le même auteur, seraient photographiquement inertes.

» J'ai rencontré également une partie très absorbable du rayonnement de l'uranium dans mes expériences faites à la température de l'air liquide, mais je ne pense pas qu'il faille les confondre avec les rayons canaux essentiellement actifs, relativement plus actifs au point de vue photographique

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 208.

que ne le sont les rayons cathodiques, et la dénomination des rayons α appliquée à cette partie du rayonnement de l'uranium est de nature à créer une confusion. »

ASTRONOMIE. — *L'éclipse de Lune du 11 avril 1903, à l'Observatoire de Marseille.* Note de M. **Stephan.**

« A Marseille, le ciel est demeuré très pur pendant toute la durée du phénomène.

» L'éclipse a été observée : par M. Borrelly, à l'équatorial; par M. Coggia, au chercheur parallactique de comètes, et, par M. Stephan, à l'aide d'un excellent chercheur à mains.

		Temps moyen de Paris. h m s
Entrée dans l'ombre	Borrelly	10.43.50
	Coggia	10.43.53
	Stephan	10.43.52
Sortie de l'ombre..	Borrelly	14. 0.56

» L'opacité de l'ombre a été d'une intensité tout à fait exceptionnelle. Dans la partie éclipsée on ne distinguait ni les bords ni aucun des détails de la surface de la Lune. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse partielle de Lune du 11 avril 1903, à l'Observatoire de Bordeaux.* Note de M. G. **Rayet.**

« L'éclipse de Lune du 11 avril a présenté à Bordeaux quelques particularités qui, pour ne pas être tout à fait imprévues, sont cependant dignes d'être notées :

» A Floirac, la pureté et la transparence du ciel étaient absolues; il faisait froid. L'aspect des étoiles était semblable à celui qu'elles présentent au sommet d'une montagne, dans une atmosphère presque complètement dépourvue d'humidité. Le ciel devait aussi être très pur le long du grand cercle terrestre perpendiculaire à l'axe du cône d'ombre, car aucun rayon de lumière solaire ne semble avoir pénétré dans le cône d'ombre lui-même, et le cône de pénombre était aussi réduit.

» Dans les éclipses ordinaires on voit, en général, à l'œil nu ou à la

lunette, le disque entier de la Lune pendant la plus grande partie du phénomène; il apparaît alors rouge-cuivré et comme éclairé par de la lumière qui a traversé une atmosphère humide. Dans l'éclipse du 11 avril, la partie éclipsée de la Lune a *complètement* disparu; le cône d'ombre était bien un cône *d'ombre* pure, au sens strict du mot.

» Les photographies obtenues par M. F. Courty, dont je transmets quelques positifs à l'Académie, montrent la même chose.

» Sur toutes on remarque le peu de largeur de la partie qui répond à la pénombre et, par suite, la transition rapide de l'obscurité à la lumière. L'une d'elles est particulièrement intéressante: c'est celle qui porte le n° 6.

» Ce positif (10 minutes avant le milieu de l'éclipse, pose 40 secondes) correspond en effet exactement à une épreuve obtenue, dans des conditions de phase et de pose identiques, pendant l'éclipse du 27 décembre 1898.

» Sur le négatif de 1903, rien de ce qui était en dedans de la pénombre n'est photographié; sur le négatif de 1898, on voit plus de la moitié de la Lune. En 1898, le ciel était brumeux et mauvais.

» Et ceci montre bien l'influence de l'état de l'atmosphère terrestre sur l'apparence des éclipses de Lune et peut-être sur la valeur du coefficient par lequel il convient de multiplier le diamètre théorique du cône d'ombre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dédoublement catalytique des alcools par les métaux divisés : alcools allylique et benzylique, alcools secondaires et tertiaires.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens**.

« Dans deux Notes récentes (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 738 et 921) nous avons montré que le cuivre, préparé par réduction de son oxyde, permet d'obtenir à température inférieure à 300° le dédoublement régulier des alcools primaires forméniques en aldéhyde et hydrogène; à température plus élevée, ou en présence de nickel réduit ou de mousse de platine, on obtient surtout, au lieu de l'aldéhyde, les produits de sa destruction en oxyde de carbone et hydrocarbure. Nous allons indiquer aujourd'hui les résultats obtenus avec l'alcool allylique, l'alcool benzylique, ainsi que ceux auxquels donnent lieu les alcools secondaires et tertiaires.

» Alcool allylique. — Dans nos travaux antérieurs, nous avons montré (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1127) que le cuivre réduit peut, au-dessus de 180°, réaliser

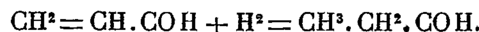
l'hydrogénation directe des corps à double liaison éthylénique α, c'est-à-dire en $CH^2=$. On pent donc s'attendre à ce que l'hydrogène, issu du dédoublement catalytique de l'alcool allylique, soit employé à hydrogéner l'aldéhyde formée. En effet, on trouve que le cuivre réduit réagit de 180° à 300° sur l'alcool allylique, avec dégagement d'une très faible quantité d'hydrogène et production d'aldéhyde propylique, accompagnée d'une petite dose d'aldéhyde acrylique.

» On a en réalité les deux réactions successives :



$$CH^2 = CH.CH^2OH = H^2 + CH^2 = CH.COH$$

et



$$CH^2 = CH.COH + H^2 = CH^3.CH^2.COH.$$

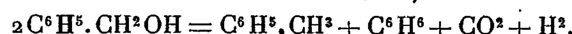
» Le rendement en aldéhyde propylique a dépassé 50 pour 100.

» Alcool benzylique. — Ce n'est qu'au voisinage de 300° que le cuivre réduit commence à réagir sur l'alcool benzylique, qui se dédouble nettement en benzylal et hydrogène pur.

» A 380°, le phénomène est plus complexe : les gaz dégagés contiennent, à côté de l'hydrogène, une certaine proportion d'oxyde de carbone et d'anhydride carbonique, produits selon les deux réactions :



$$C^6H^5.CH^2OH = C^6H^6 + CO + H^2,$$



$$2C^6H^5.CH^2OH = C^6H^5.CH^3 + C^6H^6 + CO^2 + H^2.$$

» Effectivement, le liquide condensé renferme, à côté du benzylal et de l'alcool non transformé, du benzène et du toluène, faciles à isoler par distillation et transformables en produits nitrés correspondants.

» Dans une expérience, le gaz contenait, pour 100 volumes : $7^{vol},5$ d'anhydride carbonique, $10^{vol},6$ d'oxyde de carbone, $81^{vol},9$ d'hydrogène.

» Sur 18^{mol} d'alcool benzylique, 13 environ ont fourni de l'aldéhyde ; 2 ont donné du benzène ; 3 à la fois du benzène et du toluène.

» La substitution du nickel réduit au cuivre, pour obtenir le benzylal à partir de l'alcool benzylique, serait peu avantageuse, parce que le dédoublement du benzylal en benzène et oxyde de carbone est déjà très rapide à 220°.

» Alcools secondaires. — Le dédoublement catalytique régulier des alcools secondaires en acétones et hydrogène est encore plus facile à réaliser que celui des alcools primaires, parce que la stabilité des acétones est plus grande que celle des aldéhydes.

» *Cuivre réduit.* — Tous les alcools secondaires que nous avons essayés sont très aisément transformés en acétones par le cuivre réduit, dans des limites très étendues de température. Il n'y a aucune complication : le gaz dégagé est de l'hydrogène pur. Le rendement pratique en acétone peut dépasser 75 pour 100.

» Le *propanol*-2 est dédoublé lentement dès 150°, rapidement sans aucune perturbation entre 250° et 430°.

» Le *butanol*-2 est atteint dès 160° et fournit sans aucune complication, au moins jusqu'à 300°, la butanone avec de l'hydrogène pur.

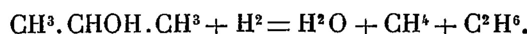
» L'*octanol*-2 (bouillant à 177°-178°) est dédoublé nettement de 250° à 300°. A 400°, il y a seulement une légère destruction en oxyde de carbone, méthane et hexane, selon la formule



$$C^6H^{13}.CHOH.CH^3 = CO + CH^4 + C^6H^{14}.$$

» *Nickel réduit.* — Le nickel réduit réalise, non moins aisément que le cuivre, le dédoublement des alcools secondaires en acétone et hydrogène, mais il donne toujours des réactions accessoires importantes, qui résultent de la scission de l'acétone en tronçons qui seront plus ou moins hydrogénés par l'hydrogène produit en même temps.

» *Le propanol*-2 donne une réaction très nette à 210° : l'hydrogène dégagé contient, non pas de l'oxyde de carbone, mais de l'éthane et du méthane. Le liquide condensé renferme, à côté de la propanone et de l'alcool non transformé, une certaine quantité d'eau, produite selon la formule



$$CH^3.CHOH.CH^3 + H^2 = H^2O + CH^4 + C^2H^6.$$

» Environ $\frac{1}{8}$ du propanol atteint avait subi cette dernière réaction : le reste avait donné de la propanone.

» A 260°, le phénomène est plus complexe : les gaz contiennent de l'oxyde de carbone, ainsi que de l'anhydride carbonique provenant de l'action du nickel sur l'oxyde de carbone. La moitié de l'alcool a fourni de l'acétone; un peu moins du quart a été hydrogéné avec production d'eau; le reste s'est dédoublé en méthane et oxyde de carbone, dont une partie, sous l'influence du métal, s'est changée en anhydride carbonique et méthane.

» D'ailleurs, à l'aide du réactif de Caro, on a vérifié qu'il n'y a dans aucun cas formation d'aucune aldéhyde.

» Le *butanol*-2 donne lieu dès 200° à un dédoublement très net en butanone et hydrogène : mais environ le cinquième de l'alcool décomposé est scindé par hydrogénation avec production d'eau et de carbures forméniques.

» A 310°, la majeure partie se trouve dédoublée en oxyde de carbone, méthane et éthane.

» L'*octanol*-2 se dédouble dès 250°; mais déjà la réaction prépondérante est, non la formation d'octanone, mais la scission en oxyde de carbone, méthane et hexane, bouillant à 68°,5, que l'on retrouve avec l'octanone dans le liquide condensé.

» *Cobalt réduit.* — Le cobalt réduit a une action intermédiaire entre celle du nickel et celle du cuivre. Avec le *propanol*-2, le dédoublement en hydrogène et cétone est facilement réalisé dès 200°, et la destruction en carbures est encore très peu importante. Le rendement pratique en propanone est encore fort satisfaisant à 280°.

» *Mousse de platine.* — La mousse de platine réagit sur le *propanol*-2, dès 250°, rapidement à 320°, en donnant seulement de la propanone et de l'hydrogène pur. A 400°, la destruction en oxyde de carbone et méthane est encore peu considérable et ne dépasse pas $\frac{1}{30}$ du produit.

» Alcools tertiaires. — On sait que les alcools tertiaires sont, dans certaines conditions, séparés facilement en eau et carbures éthyléniques.

» Le *cuivre réduit* permet de réaliser ce dédoublement à température peu élevée.

» Le *méthyl-2-propanol-2* (triméthylcarbinol) est scindé nettement sans complications, entre 280° et 400°, en eau et méthylpropène gazeux.

» Le *méthyl-2-butanol-2* (alcool amylique tertiaire) est dédoublé dès 300° sans aucun dégagement gazeux, en eau et triméthyléthylène bouillant à 36°,8.

» Le *nickel réduit* donne lieu dès 200° à une production analogue. Mais si la température est plus haute, il donne avec le carbure éthylénique une réaction analogue à celle que nous avons antérieurement observée sur l'éthylène (*Comptes rendus*, t. CXXIV, 1897, p. 616), savoir le dédoublement du carbure en charbon et carbures forméniques simples. Ainsi le *méthyl-2-butanol-2* se dédouble simplement à 220°-230° en eau et carbure éthylénique, sans dégagement gazeux appréciable; mais à 320°, une partie du carbure éthyléniqueest détruite avec dépôt de charbon très divisé, qui, à cette température, réagit sur la vapeur d'eau (Mond, Langer et Quincke) pour donner de l'anhydride carbonique, qui se trouve en certaine proportion (12 pour 100 environ) dans les gaz, à côté d'hydrogène, de méthane et d'éthane. »

M. A. Haller fait hommage à l'Académie de son Rapport sur la Classe des Produits chimiques à l'Exposition de 1900 [1].

« Dans l'introduction de ce travail, l'Auteur donne d'abord un aperçu de l'état général dans lequel se trouve l'Industrie chimique dans les différents pays qui ont pris part à l'Exposition. Il étudie ensuite, en dix Chapitres distincts, les divers compartiments en lesquels peuvent être divisés l'Industrie chimique. Chacun de ces Chapitres renferme des considérations générales sur l'Industrie spéciale qui y est décrite, sur son développement et les modifications plus ou moins profondes qu'elle a subies depuis une dizaine d'années. A la suite de ces considérations figurent la plupart des maisons qui ont pris part à l'Exposition, avec la nature et l'importance de leur fabrication, les progrès qu'elles y ont réalisés et les principaux produits qu'elles ont exposés.

» Pour terminer, M. Haller signale les découvertes ou les améliorations les plus importantes qui ont été effectuées dans le domaine de l'industrie à laquelle le Chapitre est consacré. »

---

[1] Gauthier-Villars, éditeur, quai des Grands-Augustins, Paris.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de M. *Fuchs*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Nœther obtient.	41	suffrages
M. Lerch »	2	»
M. Bianchi »	1	»

M. **Nœther**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix G. de Pontécoulant pour 1903. — MM. Lœwy, Callandreau, Poincaré, Radau, Wolf.

Commission chargée de juger le concours du prix Hébert pour 1903. — MM. Mascart, Lippmann, Violle, Becquerel, Potier.

Commission chargée de juger le concours du prix Hughes pour 1903. — MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Potier, Moissan.

Commission chargée de juger le concours du prix Gaston Planté pour 1903. — MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle, Potier.

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique) pour 1903. — MM. Alfred Picard, de Freycinet, Brouardel, Haton de la Goupillière, Laussedat.

Commission chargée de juger le concours du prix Jecker pour 1903. — MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Haller.

Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Chimie) pour 1903. — MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Haller, Berthelot, Schlœsing, Duclaux.

Commission chargée de juger le concours du prix Delesse pour 1903. — MM. Fouqué, Bertrand, Michel Lévy, de Lapparent, Gaudry.

Commission chargée de juger le concours du prix Gay pour 1903. — MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Guyou, Bassot, Hatt.

Commission chargée de juger le concours du grand prix des Sciences physiques pour 1903. — MM. Bornet, Guignard, Van Tieghem, Prillieux, Perrier.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation de l'éclipse de Lune du* 11 *avril* 1903. Note de M. **P. Puiseux**, présentée par M. Lœwy.

« L'inspection du phénomène à l'oculaire du Grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris a montré que la partie de la Lune plongée dans l'ombre de la Terre était à peu près complètement invisible. Elle ne donnait, du reste, aucune impression photographique avec un temps de pose vingt ou trente fois plus grand que celui qui donne une image normale de la Lune non éclipsée.

» Dans la pénombre il était facile de reconnaître que la lumière était modifiée en qualité aussi bien qu'en quantité. Les parties habituellement rougeâtres étaient assombries; les régions ordinairement blanches avaient pris une teinte bleu ardoise ; sans doute par l'élimination de rayons complémentaires dans l'atmosphère terrestre.

» Ces changements de teinte ont mis en valeur certains contrastes et fait apparaître des détails ordinairement peu visibles dans la pleine Lune.

» Les dix-huit épreuves prises pendant la durée du phénomène montrent l'extrême bord de la Lune prolongé d'une manière sensible à l'intérieur de l'ombre. Il en est de même, sur certaines épreuves, des rayons divergents qui s'étendent autour de Copernic et de Tycho. Ces rayons semblent pénétrer dans l'ombre et se détacher du sol qui les porte.

» Certaines épreuves mettent en évidence l'existence d'une tache sombre dans la partie occidentale de Platon; d'habitude, l'intérieur de Platon semble tout à fait uni.

» Les bandes sombres qui suivent le bord de la mer des Nuages près de Davy et le bord de la mer des Pluies près de Maupertuis se détachent sur les clichés avec une netteté insolite. On remarque également une ligne qui va de Copernic au golfe des Iris et partage la mer des Pluies en deux régions de teinte un peu différente. Les bandes parallèles de l'intérieur

d'Archimède se rattachent à des traînées formées sous l'influence d'Autolycus. L'éclairement spécial de la pénombre semble favoriser la perception de tous ces objets.

» Dans les clichés pris au voisinage de la plus grande phase, la limite intérieure du petit segment demeuré visible n'est pas circulaire. Il y a toujours accroissement de luminosité vers le bord, mais cet accroissement n'a pas une progression régulière et présente deux recrudescences marquées.

» La seizième image correspond, à une minute près, à l'époque calculée de la plus grande phase. Ce calcul se trouve confirmé par l'inspection des images qui précèdent et suivent immédiatement. La fraction éclipsée du diamètre est aussi très voisine du chiffre prévu 0,973. Il ne semble pas que ces nombres puissent être déterminés avec plus de précision ni par l'observation oculaire ni par la photographie. »

ASTRONOMIE. — *L'éclipse de Lune des 11-12 avril 1903.* Note de M. A. **Kannapell**, présentée par M. Wolf.

« L'éclipse de Lune des 11-12 avril 1903 a été observée à l'aide de l'équatorial double photographique de l'observatoire de la Faculté des Sciences de Paris.

» On se proposait de tenter d'obtenir photographiquement des détails dans la partie éclipsée de la Lune : des poses relativement longues étaient donc nécessaires.

» Contrairement à ce qui se passe d'ordinaire pendant les éclipses de Lune (où la partie éclipsée prend une teinte rouge brique très prononcée) la portion de la Lune dans l'ombre était extrêmement sombre, et, bien que l'on ait employé des plaques photographiques Edwards, isochromatiques, sensibles aux radiations rouges, aucun détail n'est apparu dans l'ombre. Cette partie de la Lune était d'ailleurs invisible dans l'équatorial, dans le chercheur de 108^{mm} et à l'œil nu : on la distinguait assez bien, mais sans aucun détail, dans le petit chercheur de 80^{mm}. L'aspect était celui de la lumière cendrée, mais beaucoup plus sombre.

» Dans ces conditions, le but que l'on poursuivait n'a pas été absolument atteint, et les temps de pose, calculés en vue d'obtenir des détails dans l'ombre, étaient beaucoup trop longs, 1 à 16 secondes, pour la partie de la Lune qui restait éclairée.

» Le fait de cette surexposition des plaques explique le peu de détails visibles dans la partie non éclipsée de la Lune.

» Les observations commencées le 11 avril à 10^h du soir se sont terminées le 12 à 2^h du matin. Durant cet intervalle, 10 clichés ont été pris, de 20 en 20 minutes environ. A partir de 1^h30^m le temps, jusqu'alors assez beau, s'est couvert, et les nuages ont empêché d'observer la fin du phénomène.

» La principale particularité intéressante à signaler consiste dans l'observation d'une zone de pénombre (visible sur les épreuves) séparant la partie de la Lune dans l'ombre de la partie éclairée : la forme irrégulière de cette zone est due probablement aux différences d'altitude de la surface lunaire. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'amortissement des trépidations du sol. Application au bain de mercure à couche épaisse.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« Dans des recherches théoriques antérieures (¹), relatives à la réalisation d'un bain de mercure à couche épaisse donnant des images observables, malgré l'instabilité du sol, j'ai été amené à résoudre, dans le cas des petits mouvements, le problème de Mécanique dont voici l'énoncé : *Un support, placé sur un sol animé d'un mouvement vibratoire, soutient un solide pesant* M, *qui y est suspendu par des ressorts à boudins égaux, de masses négligeables, dont les points d'attache, au support et au solide, sont les sommets de deux polygones réguliers égaux. On demande de déterminer le mouvement absolu du corps* M, *sachant qu'il est gêné, dans ses déplacements, par un amortissement proportionnel à la vitesse.*

» Ayant été conduit à compléter la solution de cette question, je me propose, dans la présente Note, de montrer comment mes nouveaux résultats s'appliquent à l'amortissement des trépidations.

» Le calcul montre que l'effet de la composante verticale des trépidations, sur le système suspendu, se réduit, lorsque l'amortissement a fait son office, à une oscillation de même période que celle des mouvements du sol, mais d'amplitude différente. Si l'on désigne par α la composante verticale de l'amplitude des trépidations et par T la durée de leur période,

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXV, et *Bulletin astronomique*, t. XV.

l'amplitude du mouvement de va-et-vient du corps M, dans le sens vertical, ne dépasse pas la valeur

$$\alpha' = \alpha \frac{T^2}{4\pi^2} \frac{g}{A},$$

g étant l'accélération de la pesanteur, A l'allongement des ressorts compté à partir de leur longueur réduite (c'est-à-dire l'allongement que prendraient les ressorts au repos si la rencontre des spires ne s'opposait pas à ce que leur tension devînt nulle).

» L'effet de la composante horizontale des trépidations sur le corps M, assez complexe en général, se réduit, dans des conditions particulières, à un mouvement d'oscillation, de très petite amplitude, autour d'un point fixe X. Ce point et le centre du polygone régulier P, invariablement lié au corps M, aux sommets duquel les ressorts sont accrochés, occupent, par rapport au centre de gravité, des positions réciproques analogues à celles de deux axes réversibles dans un pendule composé. Les conditions à réaliser pour que le mouvement se fasse autour du point X consistent : 1° à disposer les amortisseurs dans le plan du polygone régulier dont il vient d'être question; 2° à faire en sorte que le rapport

$$\frac{T^2}{4\pi^2} g \frac{p+\rho}{k^2}$$

soit une fraction notablement inférieure à 1; k désignant le rayon de giration du corps, par rapport à un axe horizontal passant par le centre de gravité, ρ le rapport $\frac{r^2}{2A}$, r le rayon du polygone P, p la distance du plan de ce polygone au centre de gravité.

» L'amplitude de l'oscillation, autour du point X, a pour valeur

$$\varphi = \frac{T^2}{4\pi^2} \frac{gp}{lk^2} \beta,$$

l étant la longueur des ressorts, tendus par le poids du corps, et β la composante horizontale de l'amplitude des trépidations.

» Ces résultats supposent d'ailleurs un amortissement modéré.

» Des formules données ci-dessus il résulte que, lorsque l'allongement des ressorts et la valeur de $\frac{k^2}{p}$ sont suffisamment grands, α' est beaucoup plus petit que α et que φ est extrêmement petit, si T est assez faible. Il s'ensuit que, pour mettre un appareil à l'abri des agitations du sol, en

employant une suspension élastique, il convient de placer l'organe sensible de cet appareil le plus près possible du point X du système matériel constitué par l'objet lui-même et par la plate-forme suspendue sur laquelle il est posé.

» Il est aisé de voir qu'en donnant à l'allongement des ressorts une valeur égale à $0^m,80$ et à $\frac{k^2}{p}$ la valeur $0^m,40$, α' n'atteint pas le $\frac{1}{300}$ de l'amplitude α, pour des trépidations de période $T = 0^s,1$; l'angle φ demeure d'ailleurs inférieur à $0'',1$, même pour des trépidations dont l'amplitude approcherait de $0^{mm},1$, ce qui dépasse de beaucoup la réalité.

» L'application de ces considérations au bain de mercure a conduit à des résultats satisfaisants. Dans des expériences récentes, faites dans les ateliers de M. Gautier, à côté d'un moteur à gaz de 4^{chx} en marche, les images réfléchies ont toujours été immobiles; leur netteté était à peine troublée à chaque détonation, pendant un temps très court.

» Au cours de ces essais, on a reconnu la nécessité de disposer des étouffoirs très légers contre les ressorts qui, sans cette précaution, tendent, à chaque instant, à prendre un mouvement vibratoire, nuisible à la qualité des images fournies par auto-collimation.

» A la suite de mes premières recherches, des bains suspendus ont été installés, à l'Observatoire, pour des déterminations de longitude entre Paris et Greenwich. Je dois dire que l'on a éprouvé quelquefois des difficultés dans la détermination du nadir. Mais la forme des pieds des lunettes et le défaut de place n'avait pas permis de se conformer aux conditions théoriques correspondant au maximum de stabilité. On en était même très éloigné. Il n'est pas surprenant, dans cet état de choses, que l'on ait éprouvé quelques mécomptes. »

HYDROGRAPHIE. — *Calcul de l'heure et de la hauteur d'une pleine mer au moyen des constantes harmoniques.* Note de M. **Rollet de l'Isle**, présentée par M. Hatt.

« Les résultats de l'analyse des observations de marée sont aujourd'hui toujours publiés sous la forme de constantes harmoniques, et nous possédons dès maintenant ces éléments pour plus de 300 ports répartis dans toutes les mers. Ce nombre augmente d'ailleurs tous les jours.

» La méthode la plus directe et la plus simple de tirer parti de ces docu-

ments serait de publier un annuaire pour tous ces ports, la machine de lord Kelvin permettant de tracer rapidement la courbe de la marée et la détermination des heures et des hauteurs journalières des pleines et basses mers étant ensuite facile. Ce procédé se heurterait évidemment à des difficultés pratiques qui iraient en augmentant avec le nombre des ports.

» La méthode de prédiction de la marée au moyen de l'établissement du port et de l'unité de hauteur permettait d'éviter ces difficultés en donnant les résultats par un calcul simple que le navigateur peut faire rapidement pour le jour et pour le port qui l'intéressent, mais elle n'est applicable que lorsque la marée diurne peut être négligée devant la marée semi-diurne.

» L'objet de cette Note est d'exposer le principe d'une méthode de prédiction comparable comme simplicité à la précédente, mais qui, en prenant comme point de départ les constantes harmoniques, est d'une application générale.

» Nous ne considérerons que les ondes semi-diurnes M_2, N, S_2 et K_2 et les ondes diurnes O, Q, P et K_1. Nous réduirons à deux les ondes semi-diurnes en réunissant d'une part M_2 et N et d'autre part S_2 et K_2.

» Pour réunir les deux premières, nous admettrons que, conformément à la théorie (ce qui se vérifie très sensiblement en pratique), le rapport des demi-amplitudes de M_2 et de N est égal à 5 et que la constante locale de la phase est la même pour ces deux ondes; il en résulte que les corrections à apporter à la demi-amplitude et à la phase de M_2 pour avoir les mêmes éléments de l'onde résultante de M_2 et de N, que nous appellerons L_2, ne dépendront que de la date et pourront être données par une Table annuelle qui servira pour tous les ports. Mais ces corrections pourront, de plus, être réunies à celles dont il faut affecter les parties constantes de la demi-amplitude et de la phase de M_2 pour avoir ces éléments pour un jour déterminé et qui ne dépendent également que de la date. Une seule Table annuelle ayant pour entrée la date donnera donc les corrections à apporter à la demi-amplitude et à la phase de M_2 pour avoir celles de L_2 pour un jour donné.

» Un raisonnement analogue montrerait que l'on peut donner, dans la même Table, les corrections permettant de déduire de la demi-amplitude et de la phase de S_2 ces éléments pour l'onde résultant de S_2 et de K_2, à laquelle nous avons conservé la désignation S_2.

» Nous opérerons de la même façon pour les ondes diurnes en réunissant en une seule les ondes O et Q, ce qui nous donnera une onde L_1 (la Table annuelle nous donnant les corrections à faire aux éléments de O pour avoir ceux de L_1) et les ondes K_1 et P (la Table annuelle nous donnant les corrections à faire aux éléments de K_1 pour avoir ceux de l'onde résultante S_1).

» Nous n'aurons donc plus à considérer que les deux ondes semi-diurnes L_2 et S_2 et les deux ondes diurnes L_1 et S_1. Nous obtiendrons au moyen d'une première Table la

demi-amplitude et la phase de l'onde semi-diurne résultante et celles de l'onde diurne résultante. Il nous restera à chercher le maximum de l'onde résultante de ces deux dernières, ce qui se fera à l'aide d'une seconde Table. Ces deux dernières Tables sont évidemment perpétuelles.

» Ainsi, le problème pourra être résolu, si l'on possède :

» 1° Pour le port considéré les demi-amplitudes moyennes et les constantes locales des phases des ondes M_2, S_2, O et K_1 ;

» 2° Les deux Tables perpétuelles servant au calcul des combinaisons des ondes;

» 3° Une Table annuelle, dont nous avons donné la disposition.

» Les calculs qui sont nécessaires pour obtenir le résultat ne comportent que des additions ou des soustractions et des rapports que l'on peut effectuer approximativement à vue. Dans le cas où l'onde diurne est négligeable ils ne sont pas plus longs ni plus difficiles que ceux auxquels conduisait l'emploi de l'établissement du port et de l'unité de hauteur. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brünner de* $0^m,16$*), pendant le premier trimestre de* 1903. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Il y a eu 72 jours d'observations dans ce trimestre et il en résulte les faits suivants :

» *Taches.* — Les taches ont augmenté tant en nombre qu'en étendue; on a enregistré 17 groupes avec une surface totale de 751 millionièmes, tandis que dans le précédent trimestre (voir présent Tome des *Comptes rendus*, p. 290) on avait 11 groupes et 699 millionièmes.

» Leur répartition entre les deux hémisphères est de 8 groupes au sud au lieu de 5 et de 9 au nord au lieu de 6.

» Le nombre des jours observés sans taches a beaucoup diminué, il est de 16; d'où il résulte un nombre proportionnel de 0,22 au lieu de 0,44 fourni par le dernier trimestre de 1902.

» *Régions d'activité.* — Les facules ont augmenté également, on a au total 82 groupes et 32,1 millièmes au lieu de 57 groupes et 19,4 millièmes notés précédemment.

» En ce qui concerne leur répartition entre les deux hémisphères, le nombre des groupes a augmenté au sud (51 au lieu de 24) et diminué légèrement au nord (31 au lieu de 33).

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1903. — 0,33			
5- 7	3	2,0		+24	77
7- 9	3	8,8		+13	11
21-24	3	24,5	−15		11
28- 3	4	28,9	−18		28
26-29	3	29,1		+24	4
	18 j.		−16°,5	+20°,3	
		Février 1903. — 0,04			
5-13	9	11,9	−16		17
9-20	11	15,8		+25	115
19-25	7	21,1	−18		26
22	1	26,0		+22	2
		Février (suite).			
1- 3	3	26,4	−23		6
24- 2	7	28,2	−22		63
	25 j.		−19°,8	+23°,5	
		Mars 1903.			
23- 5	11	1,5		+19	77
28	1	6,0	−16		4
9	1	8,1		+12	4
12-15	4	15,8	−21		7
21- 1	11	27,1		+21	211
29- 1	4	29,0		+23	88
	29 j.		−18°,5	+18°,8	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1903.	Sud 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier....	»	»	»	2	»	2	3	»	1	2	»	»	5	131
Février....	»	»	2	2	»	4	2	»	»	2	»	»	6	229
Mars......	»	»	1	1	»	2	4	»	2	2	»	»	6	391
Totaux..	»	»	3	5	»	8	9	»	3	6	»	»	17	751

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1903.	Sud 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier.....	»	3	2	6	1	12	11	1	2	5	»	3	23	8,3
Février.....	9	4	8	1	1	23	11	»	1	8	1	1	34	13,2
Mars.......	4	1	5	3	3	16	9	3	2	2	1	1	25	10,6
Totaux..	13	8	15	10	5	51	31	4	5	15	2	5	82	32,1

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur certaines déformations remarquables.* Note de M. JULES DRACH.

« I. *a.* Je me suis proposé de *déterminer toutes les surfaces,* A_1, *que l'on peut déformer d'une manière continue, de telle sorte qu'une des familles de lignes qui ont pour image sphérique les génératrices de la sphère conserve cette propriété dans la déformation.*

» En observant que les lignes considérées (qui sont aussi les courbes de contact des cônes circonscrits à la surface, dont le sommet se trouve sur le cercle imaginaire de l'infini) sont les conjuguées des lignes de longueur nulle, on reconnaît qu'il existe sur chaque surface A_1 un *réseau conjugué persistant.* Les résultats, dus à MM. Cosserat et Bianchi, sur les réseaux conjugués qui restent conjugués dans une suite continue de déformations, peuvent donc s'appliquer.

» L'élément linéaire de la représentation sphérique des surfaces, A_1, rapportées au réseau persistant α, β, s'écrira

$$d\sigma^2 = \frac{4\,d\alpha\,d\beta}{(1+\alpha\beta)^2} + \left[\frac{2B'}{B\beta(1+\alpha\beta)} + C\right] d\beta^2,$$

B, C désignant deux fonctions arbitraires de β.

» *b.* Les cosinus directeurs c, c', c'' de la normale en un point de A_1 sont donnés par les formules

$$c = \frac{a_1}{1+\alpha\beta} + b_1, \qquad c' = \frac{a_2}{1+\alpha\beta} + b_2, \qquad c'' = \frac{a_3}{1+\alpha\beta} + b_3,$$

dans lesquelles les fonctions de β seul, désignées par a_i et b_i, sont déterminées par les relations

$$\sum a_i^2 = 0, \qquad \frac{\beta^2}{4}\sum a_i'^2 = 1, \qquad \frac{\beta^2}{4}\sum a_i''^2 = C - \frac{5}{4}\frac{B'^2}{B^2} + \frac{2B'}{B\beta} + \frac{B''}{B},$$

$$b_i = \left(\frac{B'\beta}{4B} - \frac{1}{2}\right)a_i + \frac{\beta}{2}a_i' \qquad (i = 1, 2, 3).$$

» La surface A_1 est alors l'enveloppe du plan

$$\sqrt{B}\,(cx + c'y + c''z) + \omega = 0,$$

où l'on a pris pour ω la solution générale de l'*équation de rang un, identique*

à son adjointe

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial \alpha \, \partial \beta} = \frac{-2\omega}{(1+\alpha\beta)^2}.$$

» *c*. Un autre moyen d'obtenir les A_1 est de les rattacher aux surfaces S qui, rapportées à leurs asymptotiques, ont pour élément linéaire *sphérique* $d\sigma^2$.

» Ces surfaces S sont des surfaces réglées à génératrices isotropes dont les rayons de courbure sont égaux; on les détermine aisément.

» Les surfaces A_1 sont alors *associées* aux surfaces S, au sens de M. Bianchi; elles font aussi partie du groupe des *douze surfaces* rattachées par M. Darboux à toute surface S dont on connaît les asymptotiques.

» II. Les quantités $c\sqrt{B}$, $c'\sqrt{B}$, $c''\sqrt{B}$ sont trois solutions de l'équation de rang *un*, identique à son adjointe, qui vérifient l'équation fonctionnelle

$$\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 = B.$$

» Cette remarque m'a amené à étudier la résolution de l'équation

$$(1) \qquad \theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 = A(\alpha) + B(\beta),$$

et ensuite celle de l'équation plus générale

$$(2) \qquad \sum_{i=1}^{n} \theta_i^2 = A + B.$$

» L'intérêt de cette étude réside encore dans le fait que les surfaces enveloppes du plan

$$\theta_1 x + \theta_2 y + \theta_3 z + \omega = 0$$

peuvent être déformées avec conservation du réseau conjugué α, β.

» Écrivons l'équation de rang *un*, sous la forme

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial \alpha \, \partial \beta} = \frac{-2\theta}{(\alpha-\beta)^2};$$

il s'agit de résoudre l'équation fonctionnelle

$$(2) \qquad \sum \left(2\frac{A_i - B_i}{\alpha - \beta} - A'_i - B'_i\right)^2 = A + B.$$

La méthode qui m'a permis de traiter complètement la question consiste à

poser $\beta = \alpha + u$ et à développer les fonctions de β qui figurent dans les deux membres de (2) suivant les puissances croissantes de u, au voisinage du point *ordinaire* $u = 0$. En égalant les coefficients des mêmes puissances de u, on obtient des relations différentielles entre les fonctions A_i, B_i *de α seul;* ces relations *en nombre illimité* se ramènent au type très simple

$$\sum (C_i''' + \beta_i)\beta_i^{(k)} = 0 \qquad (k = 0, 1, \ldots),$$

où l'on a posé

$$\beta_i = B_i''', \qquad C_i = A_i - B_i,$$

et aux *deux* relations

$$\sum C_i^2 = 0, \qquad \sum (C_i\beta_i'' + 5C_i'\beta_i' + 10C_i''\beta_i) = 0.$$

Les équations

$$\sum C_i'^2 = C, \qquad \sum C_i\beta_i = \frac{3}{2}B'$$

déterminent ensuite les fonctions $C = A + B$ et B.

» La discussion du système précédent se fait facilement *pour une valeur quelconque de n*; j'ai étudié en détail les cas $n = 3$, $n = 4$, même quand le second membre ne dépend pas des deux variables α, β.

» Un exposé de ces recherches paraîtra prochainement dans le *Bulletin des Sciences mathématiques*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'entraînement de la charge dans les expériences de convection électrique.* Note de M. N. **Vasilesco-Karpen**, présentée par M. Lippmann.

« Un disque, portant une charge électrique variable, tourne autour de son axe; dans quelle mesure la charge est-elle entraînée par son support?

» La charge en mouvement produit un flux magnétique variable qui, à son tour, provoque des forces pondéromotrices tendant à s'opposer au mouvement du disque. C'est dans cet effet, dont la nécessité a été démontrée par M. Lippmann [1], il y a déjà 24 ans, qu'il faut chercher la réponse à la question précédente.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 151.

» On admet aujourd'hui que la variation du flux magnétique produit un véritable champ électrostatique, les forces pondéromotrices seraient donc appliquées au disque par l'intermédiaire de la charge qu'il porte et qui, sous l'action du champ électrique créé, glisse avec frottement sur le disque en s'opposant à son mouvement.

» Dans cette hypothèse, on peut se proposer de calculer le glissement N', c'est-à-dire le nombre de tours que fait la charge, par rapport au disque, dans l'unité de temps.

» Soient dQ la charge qui se trouve, à un moment donné, sur une couronne du disque infiniment déliée et de résistance R; e et di la force électromotrice et le courant induits, dans cette couronne, par la variation du flux magnétique.

» Le courant di a pour valeur $\frac{e}{R}$; d'un autre côté, ce courant est constitué par le transport, en sens contraire, des quantités $+dq$ et $-dq$ mises en liberté par la force électromotrice, auxquelles vient s'ajouter la charge dQ; il a donc aussi pour valeur $(2\,dq + dQ)\,N'$ (1).

» Si l'on égale les deux expressions de di, il vient :

$$N' = \frac{e}{R(2\,dq + dQ)}.$$

» C'est le glissement cherché, il est proportionnel à l'épaisseur du disque et à la force électromotrice induite. Il en résulte que, quel que soit l'ordre de grandeur de dq :

1° Le glissement sera nul, quelle que soit la nature du disque, dans les expériences où l'on utilise l'action directe, sur l'aiguille aimantée, du champ produit par la convection. Il n'y aurait de glissement qu'au moment de la création du champ; la charge finissant par être complètement entraînée.

» 2° Le glissement sera inappréciable dans le cas des secteurs isolés, de la dorure, ou de toute autre couche métallique continue, mais mince.

» Dans le cas des disques métalliques épais, il faut faire une hypothèse sur la grandeur de dq.

» Si les quantités d'électricité séparées à l'intérieur d'un conducteur par une force électromotrice étaient beaucoup plus grandes que celles dont

(1) Admettant que toutes les charges sont transportées avec la même vitesse.

on peut le charger électrostatiquement, le glissement serait inappréciable dans tous les cas. C'est ce que l'expérience semble vérifier jusqu'à présent.

» Dans toutes les expériences faites à ce sujet, j'ai employé le dispositif décrit dans une Note précédente (¹).

» 1° Disque d'ébonite couvert de secteurs en papier d'étain, isolés les uns des autres et mis en communication avec la source d'électricité, par l'intermédiaire de très grandes résistances formées d'eau distillée;

» 2° Même dispositif, les résistances liquides étant supprimées;

» 3° Même disque couvert de papier d'étain continu de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur.

» Les autres conditions étant identiques, les déviations ont varié, dans chacune de ces trois séries d'expériences, entre 55^{mm} et 60^{mm}.

» 4° Disque d'aluminium de $1^{mm},2$ d'épaisseur. La charge peut glisser librement.

» 5° Même disque couvert d'abord de papier isolant par-dessus lequel ont été collés des secteurs en papier d'étain, entraînant complètement la charge.

» Les autres conditions étant identiques, les déviations ont varié : pour la série 4°, de 28^{mm} à 31^{mm}, et pour la série 5° de 30^{mm} à 34^{mm}.

» Cette légère différence n'est pas concluante, elle peut être attribuée à une différence dans la position du disque par rapport aux armatures qui ont été déplacées entre ces deux séries.

» Je me propose de reprendre ces deux séries d'expériences avec un disque d'aluminium de 4^{mm} d'épaisseur, pouvant tourner beaucoup plus vite, et pour lequel la différence entre les deux séries devra être plus accentuée si le glissement est appréciable, ce qui, jusqu'à présent, paraît peu probable.

» *Remarque.* — Les deux dernières séries ne peuvent pas être comparées aux séries précédentes, car il intervient un facteur nouveau; le disque d'aluminium, malgré sa faible épaisseur, forme un puissant écran électromagnétique; il réduit les déviations à la moitié de ce qu'elles seraient avec le disque d'ébonite.

» C'est la raison pour laquelle j'ai eu recours à l'artifice décrit au 5°. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la cémentation du fer.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. H. Moissan.

« La cémentation du fer a fait surtout, jusqu'ici, l'objet de recherches qualitatives, dont beaucoup avaient pour but de déterminer le mécanisme

(¹) *Comptes rendus*, 9 mars 1903.

de la cémentation, mais on ne possède que très peu de données quantitatives précises relatives aux particularités de ce phénomène. Il est très important, en particulier, de savoir si la cémentation est limitée, dans des conditions données, à une certaine teneur en carbone du métal. Les seules données d'ensemble que l'on possède sur ce sujet se trouvent dans un Mémoire de Mannesmann qui donne une courbe indiquant la teneur en carbone qui limite, à différentes températures, la cémentation du fer. Les procédés suivis pour déterminer cette courbe ne sont pas décrits et les températures y sont manifestement inexactes, la température de fusion du fer étant prise égale à 2000°.

» Au cours de recherches sur la cémentation, nous avons effectué de nombreux essais en vue de déterminer la limite de la cémentation dans diverses conditions.

» Les céments examinés étaient : le graphite, le charbon de bois, calciné ou frais, pur ou mélangé de carbonates alcalino-terreux, le noir animal, le gaz d'éclairage, l'oxyde de carbone, le cyanogène, le cyanure de potassium. De l'acier doux, sous forme de limaille, de copeaux ou de fils de plus ou moins grand diamètre, était chauffé pendant des temps variables au moyen de fours électriques, dont un pyromètre Le Chatelier permettait de suivre la température.

» L'ensemble de ces essais, dont le détail ne saurait trouver place ici, conduit à conclure que, quel que soit le cément employé, quelle que soit la température, la cémentation n'est pas limitée par la solubilité du carbone dans le fer.

» Lorsque le métal soumis à l'expérience est saturé de carbone, ce qui arrive au bout d'un temps qui est fonction des dimensions de l'échantillon, de la nature du cément (lequel fournit plus ou moins de carbone par unité de temps) et de la température (dont l'élévation augmente la vitesse de diffusion du carbone), il peut se séparer, en certains points du métal, des cristaux de cémentite ou carbure de fer, qui se développent graduellement par suite des oscillations inévitables de la température maintenue physiquement constante.

» On peut donc, alors que la solubilité du carbone dans le fer correspond à une teneur très faible, transformer intégralement le métal en carbure de fer contenant 6,67 pour 100 de carbone, de même qu'une quantité limitée d'eau, maintenue à température constante en présence d'un excès de sulfate de calcium anhydre, peut se transformer intégralement en sulfate de calcium hydraté.

» Nous citerons à ce sujet l'expérience suivante :

» De l'acier doux, en limaille fine, a été maintenu à une température de 650° environ dans du cyanure de potassium fondu. Après des durées variables, on retirait une certaine quantité de limaille dans laquelle on dosait le carbone. On a ainsi trouvé :

Après 48 heures de chauffage	....	4,50 pour 100 de carbone.
» 86 »	....	6,72 »
» 110 »	....	6,72 »

» Au bout de 86 heures de chauffage, le fer était donc intégralement transformé en carbure de fer et ne subissait plus de modification ultérieure; on a vérifié que le produit ainsi obtenu était entièrement soluble dans les acides et ne contenait pas trace de carbone libre.

» La vitesse de diffusion du carbone étant très faible à ces basses températures, il est bon, pour arriver à la saturation, d'opérer sur des limailles fines. Si l'on traite, dans les mêmes conditions, un fragment de métal de dimensions appréciables, on constate qu'il se forme à la surface une couche de carbure de fer, à peu près pur, qui se fendille quand on plie le métal; puis vient une couche à cémentation variable qui n'a que quelques centièmes de millimètre d'épaisseur.

» Quand on opère à température plus élevée, le carbure de fer, qui n'est pas une forme stable, se décompose en donnant du graphite. Par un mécanisme analogue à celui qui a été indiqué pour la formation du carbure de fer, le carbone qui se dissout en un point va se séparer en un autre sous forme de graphite, et, comme le produit séparé ne contient pas de fer, la réaction peut continuer indéfiniment.

» En chauffant un fragment d'acier, de 3^{mm} de diamètre, dans un courant de gaz d'éclairage, à 1000° environ, pendant 64 heures, nous avons obtenu un produit contenant 8,32 pour 100 de carbone, dont 7,66 pour 100 à l'état de graphite.

» Dans un autre essai, de la limaille d'acier chauffée à 1000° dans l'oxyde de carbone contenait, après 36 heures, 9,27 pour 100 de carbone, dont 8,27 à l'état de graphite.

» En résumé, la cémentation n'est pas limitée par la solubilité du carbone dans le fer. Elle permet d'obtenir, soit, dans des conditions particulières et spécialement à basse température, la transformation du fer en carbure de fer, corps métastable, soit, dans les conditions normales, la transformation indéfinie du carbone en graphite par l'intermédiaire d'une quantité limitée de fer. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la réduction par l'hydrogène de quelques halogènes métalliques : influence de la pression.* Note de M. **A. Jouniaux**, présentée par M. H. Moissan.

« Les métaux peuvent, dans des conditions de température déterminées, réagir sur les acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique : un dérivé halogéné prend naissance et il y a dégagement concomitant de gaz hydrogène.

» Si l'on fait ces réactions dans un espace clos, dont tous les points sont à la même température, on observe qu'en général elles ne sont pas totales. L'hydrogène peut, en effet, dans les mêmes conditions, réduire certains chlorures, bromures et iodures métalliques : il y a formation de l'hydracide correspondant et le métal, chassé de sa combinaison, est mis en liberté. Lorsque l'équilibre est établi, quatre corps se trouvent donc en présence dans le système : l'halogène et le métal, l'hydracide et l'hydrogène.

» L'étude de l'influence qu'exerce, à une température fixe, la pression sur la formation de l'hydracide, m'a fait constater que la proportion de cet hydracide formé est, au bout d'un temps de chauffe suffisant pour qu'on soit assuré de la fixité de l'équilibre, d'autant plus forte que la pression initiale du gaz hydrogène est plus faible. Ce résultat est en harmonie avec la loi du déplacement de l'équilibre par des variations de pression.

» La méthode expérimentale adoptée pour cette étude a été, en principe, la suivante : des tubes de verre, contenant le corps dont on étudie la réduction, sont remplis d'hydrogène pur et sec sous des pressions réduites Π puis fermés; on note la température absolue Θ du gaz, température qui, dans toute cette étude, était la température ambiante. Le système est ensuite porté, pendant un temps suffisamment long, à la température absolue T et refroidi brusquement; on fait enfin l'analyse volumétrique du mélange gazeux qu'il renferme.

» Désignons par v_1 et v_3 les volumes occupés respectivement par l'hydrogène et l'hydracide dans le tube scellé. Le rapport $x = \frac{v_3}{v_1 + v_3}$ entre le volume occupé par l'hydracide et le volume total du mélange gazeux donnera la composition de ce mélange gazeux à la température de l'expérience et sous une pression connue.

» D'autre part, l'application aux systèmes étudiés des principes fonda-

mentaux de la Thermodynamique permet de mettre leur condition générale d'équilibre sous la forme suivante :

$$\operatorname{Log}\frac{(2-\alpha)(1-\alpha)}{\alpha^2}=\frac{m}{T}+(n+1)\operatorname{Log}T+p+\operatorname{Log}2+\operatorname{Log}\frac{\Pi}{\Theta},$$

équation dans laquelle le symbole Log représente un logarithme népérien, et où m, n et p sont trois constantes faciles à déterminer numériquement.

» Le second membre de cette expression peut être entièrement connu : il est régi par les conditions mêmes de l'expérience. Il est dès lors possible de calculer la valeur de α en fonction de T, de Π et de Θ.

» Cette méthode permet donc de comparer les résultats de l'expérience avec ceux de la théorie : c'est cette comparaison que j'ai tenté de faire sur un certain nombre de corps. J'ai étudié, à ce point de vue spécial, les réductions par l'hydrogène :

» 1° *Du chlorure d'argent.* — Voici quelques-uns des résultats obtenus :

Pressions internes Π du gaz hydrogène, exprimées en millimètres de mercure, au début de l'expérience.	Températures de chauffe, évaluées en degrés centigrades.	Valeurs de α	
		observées.	calculées.
380	540	0,918	0,920
260	»	0,923	0,926
160	»	0,942	0,947
60	»	0,950	0,954
380	640	0,940	0,942
260	»	0,946	0,948
160	»	0,957	0,957
60	»	0,975	0,972

» La concordance entre les résultats expérimentaux et les chiffres fournis par le calcul est digne de remarque.

» 2° *Du bromure d'argent.* — Les expériences ont porté aux températures de 600°, 655° et 700° C.

Pressions internes Π du gaz hydrogène, exprimées en millimètres de mercure, au début de l'expérience.	Températures de chauffe évaluées en degrés centigrades.	Valeurs de α	
		observées.	calculées.
760	600	0,094	0,080
380	»	0,107	0,105
760	655	0,118	0,118
380	»	0,134	0,123
760	705	0,141	0,150
380	»	0,157	0,163

» L'écart entre les résultats observés et calculés est plus sensible que dans l'exemple précédent, mais il faut tenir compte de ce fait que la détermination expérimentale de α est d'autant moins précise que sa valeur est plus faible.

» 3° *De l'iodure d'argent.* — L'iodure d'argent pur fondu, chauffé en tubes scellés, aux températures de 448°, 550°, 600°, 650° et 700° C., avec de l'hydrogène sec, n'est pas réduit par ce gaz.

» 4° *Du chlorure de plomb.* — Ce corps, purifié, fondu et distillé dans le vide, puis chauffé vers 600° dans l'hydrogène, introduit dans les tubes scellés sous une pression sensiblement égale à la pression atmosphérique, donne, pour α, une valeur qui atteint à peine $\frac{6}{100}$. Dans ces conditions, toute vérification expérimentale quantitative était illusoire.

» 5° *Du bromure de plomb.* — Dans les mêmes circonstances de température et de pression, on trouve que α est égal à environ $\frac{2}{100}$, valeur trop faible pour être soumise au contrôle théorique.

» 6° *De l'iodure de plomb.* — Ce corps n'est pas réduit par l'hydrogène au rouge, ni en tubes scellés, ni dans un courant continu de ce gaz. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la réduction électrolytique du chlorate de potassium.* Note de M. **D. Tommasi**, présentée par M. H. Moissan.

« A propos des travaux publiés récemment par M. Brancroft (¹), M. Barrows (²) et M. Brochet (³) sur la réduction électrolytique du chlorate de potassium, je crois utile de rappeler que, dès 1877 (⁴), m'étant occupé de la même question, j'étais arrivé à des résultats presque identiques à ceux obtenus par ces savants.

» Voici, en effet, ce que j'avais observé :

» Si l'on électrolyse une solution de chlorate de potassium acidulée par de l'acide sulfurique, on obtient, suivant la nature de l'anode, une oxydation ou une réduction du chlorate.

» Avec des électrodes en platine, il y a formation de perchlorate à l'anode, sans trace de chlorure à la cathode.

» Si l'on emploie une cathode en platine et une anode en zinc (⁵), il y a production

---

(1) *Transactions of American electrochemical Society,* t. I, p. 65.

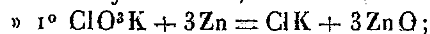
(2) *The Journal of physical Chemistry,* t. VI, p. 417.

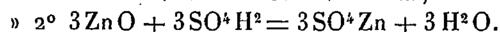
(3) *Comptes rendus* de janvier 1903.

(4) D. Tommasi, *Traité d'Electrochimie,* p. 476.

(5) On peut employer dans cette expérience, à la place du zinc, le cuivre ou le plomb.

de chlorure de potassium à l'anode seulement, mais on n'observe pas de réduction du chlorate à la cathode. La réduction de ce composé, dans ce cas, ne peut être attribuée à l'hydrogène, mais au zinc, lequel, en se combinant à l'oxygène du chlorate pour former de l'oxyde de zinc, réduirait le chlorate en chlorure :


» 1° $ClO^3K + 3Zn = ClK + 3ZnO$;


» 2° $3ZnO + 3SO^4H^2 = 3SO^4Zn + 3H^2O$.

» En opérant sur une solution de chlorate ne contenant pas d'acide sulfurique, on observe à l'anode un précipité blanc d'hydrate de zinc.

» Le perchlorate de potassium, traité dans les mêmes conditions que le chlorate, n'éprouve aucune réduction, alors même que l'on emploierait une anode de zinc.

» J'ai observé également la réduction du chlorate de potassium dans les conditions suivantes :

» Si, dans une solution de sulfate de cuivre contenant du chlorate, on introduit du zinc en grenaille, on remarque qu'après quelques minutes le mélange s'échauffe tellement qu'il ne tarde pas à entrer en ébullition, et tout le chlorate se transforme en chlorure, tandis qu'une partie du cuivre passe à l'état d'oxyde cuivreux.

» Le chlorate de potassium est également réduit par l'action du zinc sur le nitrate mercurique ou l'acétate de plomb, par l'action de l'étain ou du fer sur le sulfate de cuivre, etc., mais il n'est pas réduit par l'amalgame de sodium, que l'on opère en solution neutre, alcaline ou acide.

» En présence de l'acide acétique dilué, le zinc ne réduit pas le chlorate, mais le couple zinc-cuivre [1] le réduit partiellement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une réaction donnant naissance à des pyrones diphénylées symétriques.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

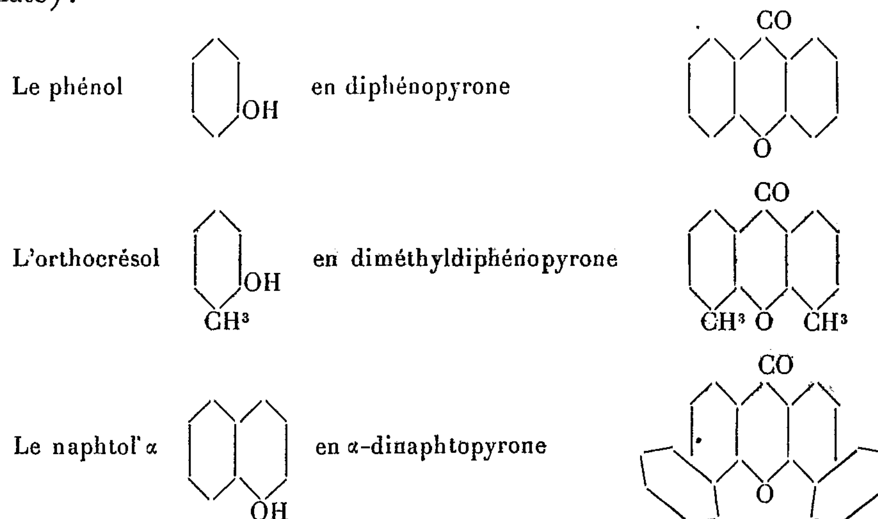
« Dans le but de généraliser certaines propriétés, découvertes par nous, à des dérivés pyraniques, nous nous sommes proposé de trouver une méthode générale de préparation des pyrones diphénylées.

» Voici une réaction qui nous a permis de préparer quelques-uns de ces corps. Elle consiste à traiter, à chaud, les éthers orthophosphoriques des phénols, simplement par du carbonate de potassium. Nous avons pu ainsi

---

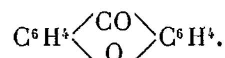
(1) Ce couple s'obtient en immergeant une lame de zinc dans une solution de sulfate de cuivre à 1 pour 100.

transformer, facilement (en passant par l'intermédiaire de l'orthophosphate) :



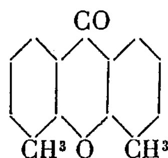
» Le groupement CO du noyau pyranique est fourni par le carbonate alcalin. Les méthodes de préparations des pyrones diphénylées symétriques exigeaient jusqu'ici, comme point de départ, des phénols ayant déjà une substitution carboxylée, en ortho.

» *Action du carbonate de potassium : 1° Sur l'orthophosphate de phényle,* $PO^4(C^6H^5)^3$. — Dans une cornue en cuivre de forme appropriée, on chauffe, d'abord modérément, un mélange de 2^{mol} de phosphate de phényle et plus de 3^{mol} de CO^3K^2. Il se dégage du gaz carbonique, et une huile complexe passe à la distillation. Puis on élève la température et l'on continue l'action de la chaleur jusqu'à ce que plus rien ne distille. L'huile recueillie, partiellement solidifiée, a donné par fractionnement : 1° du phénol; 2° une petite quantité d'oxyde de phényle $(C^6H^5)^2O$, d'odeur caractéristique, insoluble dans la soude, bouillant à 250°-255°; 3° un liquide légèrement ambré passant de 350° à 360°, se solidifiant rapidement en une masse cristalline, faiblement colorée en jaune. Cette substance, qui retient un peu d'oxyde de phényle, donne, après cristallisation, dans l'alcool, de belles aiguilles soyeuses fondant à 174°, sublimables en beaux prismes blancs. C'est la diphénopyrone ou xanthone

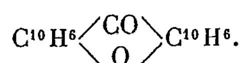


» 2° *Sur l'orthophosphate d'o.-crésyle,* $PO^4(C^6H^4.CH^3)^3$. — En opérant, comme dans le cas précédent, on obtient un dégagement abondant de CO^2 et une huile épaisse mêlée de cristaux jaunes. Ce mélange se sépare par distillation fractionnée : 1° en crésol; 2° en une faible quantité d'un liquide insoluble dans les alcalis, d'odeur créosotée bouillant au-dessous de 300° (non étudié); 3° en une portion notable, pas-

sant vers 355° et au-dessus, qui se concrète par refroidissement et donne par cristallisation dans l'alcool de belles aiguilles de diméthyldiphénopyrone fusibles à 172°



» 3° *Sur l'orthophosphate d'α naphtyle* $PO^4(C^{10}H^7)^3$. — Le mélange d'orthophosphate d'α naphtyle et de CO^3K^2, primitivement fluide au début de la réaction, a été maintenu, vers 350°, jusqu'à solidification complète. Il s'est dégagé CO^2, et du naphtol. Le produit formé, traité par la soude chaude, abandonne une matière brune, qu'on épuise à l'alcool tiède. On obtient ainsi un résidu jaune, qui, par cristallisation dans l'alcool bouillant, donne des aiguilles jaunes, fondant à 245°, d'α dinaphtopyrone



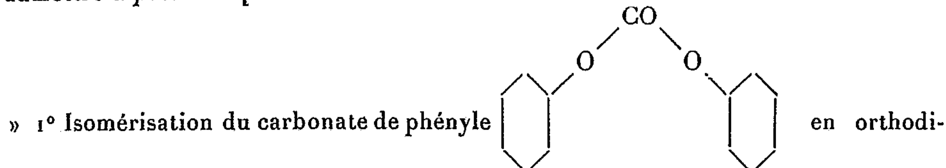
» En appliquant cette méthode, nous avons pu, en collaboration avec M. Robyn, préparer de nouvelles pyrones diphénylées, qui seront décrites prochainement.

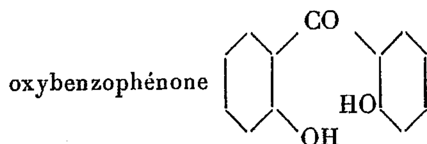
» Ce mode de préparation des pyrones paraît assez inattendu. Normalement l'action du phosphate de phényle sur CO^3K^2 devrait donner, non la diphénopyrone, mais le carbonate de phényle, d'après l'équation

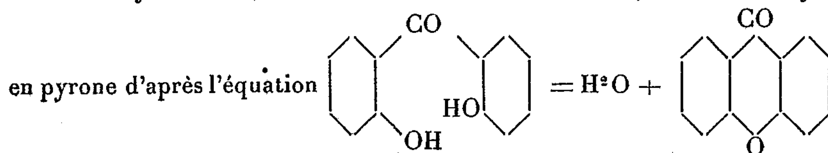


$$2PO^4(C^6H^5)^3 + 3CO^3K^2 = 2PO^4K^3 + 3CO^3(C^6H^5)^2.$$

Pour expliquer la transformation en pyrone du carbonate de phényle, qui se forme évidemment dans une première phase de la réaction, il pouvait paraître rationnel d'admettre *a priori* le processus suivant

» 1° Isomérisation du carbonate de phényle  en orthodi-

oxybenzophénone 

» 2° Déshydratation, suivant une transformation connue, de l'orthodioxybenzophénone en pyrone d'après l'équation 

» Il n'en est pas ainsi. La théorie de la réaction est beaucoup plus complexe. Nous ne pouvons l'établir actuellement; nous nous contenterons de citer, comme contribution à cette théorie, une propriété très curieuse des éthers diphénylcarboniques : *Tandis que le carbonate de phényle distille, à 306°, sans altération; à une température bien inférieure, en présence de* CO^3K^2, *il se transforme en dégageant* CO^2. Nous étudions les corps formés dans cette réaction et les conditions dans lesquelles ces produits de décomposition donnent naissance à des pyrones.

» Cette action de CO^3K^2 s'exerce également sur les éthers salicyliques. Nous formulons dès maintenant la règle suivante : *A une température inférieure à leur point d'ébullition ou de décomposition, les éthers diphénylcarboniques et les éthers salicyliques (salols et salicylates d'alcools), chauffés avec des carbonates alcalins, subissent une transformation, en dégageant du gaz carbonique.* »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Influence de la nature du milieu extérieur sur l'acidité végétale.* Note de MM. **E. Charabot** et **A. Hébert**, présentée par M. Haller.

« Parmi les conditions susceptibles de favoriser l'éthérification des alcools chez la plante, il y a lieu de comprendre *a priori* celles qui sont favorables à la formation des acides. Dans le cas qui va nous occuper, les acides combinés avec l'alcool considéré (menthol) sont des acides volatils : acides acétique et valérianique; la question à laquelle s'attachera le plus d'intérêt sera donc celle relative aux influences exercées sur l'acidité volatile de la plante.

» Le problème de la formation et de la distribution des acides dans les végétaux a préoccupé un grand nombre de savants parmi lesquels MM. Berthelot, de Fleurieu, André, Petit, Dehérain et Moissan, Hugot de Vries, Aubert, Gerber, Astruc, etc. Ainsi que l'ont fait remarquer MM. Berthelot et André, l'acidité des liquides végétaux est loin d'offrir la même importance que la proportion totale des acides, parce que les acides contenus dans un végétal s'y trouvent en majeure partie à l'état salin, c'est-à-dire combinés avec des bases. Pour connaître le total des acides libres et des acides combinés aux bases, ils recommandent donc, non seulement de faire un titrage acidimétrique, mais encore de déterminer l'alcalinité des cendres. Cette alcalinité correspond en effet aux bases combinées avec les acides organiques, ceux-ci étant détruits pendant l'incinération.

» Dans nos recherches, le but que nous poursuivions était de connaître notamment l'acidité volatile pour en déduire le rapport entre les acides volatils éthérifiés et l'acidité volatile totale. Il convenait, en effet, de fixer le mieux possible les conditions dans lesquelles s'effectuent *in vivo* les réactions chimiques à l'étude desquelles nous consacrons nos soins, en particulier l'éthérification des alcools. Nous avons, en conséquence, déterminé l'influence de la nature du milieu extérieur sur l'acidité volatile de la plante; par la même occasion nous avons étudié les variations subies par l'alcalinité des cendres.

» Les expériences ont été effectuées en août 1902, sur la menthe poivrée cultivée dans des sols additionnés de divers sels minéraux, dans les conditions indiquées précédemment (*Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 160); les résultats seront comparés à ceux fournis par les plantes témoins ayant vécu dans un sol non additionné de sels minéraux.

» *Acidité volatile.* — Le dosage des acides volatils a été effectué sur les feuilles prélevées sur trois pieds différents le long de la tige principale, depuis le sol jusqu'à l'inflorescence.

» D'autre part, connaissant la quantité d'huile essentielle contenue dans 100 parties de plante fraîche et la teneur de cette huile essentielle en éthers composés, nous avons calculé le nombre qui mesure la quantité des acides volatils éthérifiés, ainsi que le rapport entre les acides volatils éthérifiés et l'acidité volatile totale. La connaissance, même grossière, de la valeur de ce rapport présentera un intérêt tout particulier lorsqu'il s'agira d'aborder (ce que nous ferons prochainement) l'étude des conditions qui règlent l'éthérification des alcools chez la plante. Voici les résultats obtenus :

	Acidité volatile des feuilles de la tige principale exprimée en centimètres cubes d'acide $\frac{1}{50}$ normal		Acides volatils éthérifiés calculés en centimètres cubes d'acide $\frac{1}{50}$ normal pour 100 de plante fraîche.	Rapport entre les acides volatils éthérifiés et l'acidité volatile totale.
	Pour 100 de feuilles fraîches.	Pour 100 de feuilles sèches.		
	cm³	cm³	cm³	
Culture normale	8,5	28,2	7,4	$\frac{46}{100}$
Culture au NaCl	9,9	30,3	8,9	$\frac{44}{100}$
» KCl	11,7	30,6	10,5	$\frac{47}{100}$
» AzH^4Cl	12,9	35,6	13,0	$\frac{50}{100}$
» SO^4Na^2	12,0	31,1	12,2	$\frac{50}{100}$
» SO^4K^2	14,5	41,0	14,9	$\frac{51}{100}$
» $SO^4(AzH^4)^2$.	16,6	38,4	15,2	$\frac{48}{100}$
» SO^4Fe	12,8	35,1	11,8	$\frac{48}{100}$
» SO^4Mn	10,5	31,0	11,3	$\frac{52}{100}$
» AzO^3Na	10,4	26,6	13,3	$\frac{56}{100}$
» AzO^3K	10,5	25,0	11,3	$\frac{52}{100}$
» AzO^3AzH^4..	13,5	29,3	»	»
» PO^4Na^2H...	16,2	48,9	10,7	$\frac{40}{100}$

» On voit que, d'une manière générale, *l'addition de sels minéraux au sol augmente l'acidité volatile des feuilles fraîches*. Mais les différences observées sont dues partiellement aux différences d'hydratation des plantes. Elles sont moins notables si l'on considère les nombres rapportés aux feuilles sèches; *tandis que les chlorures et les sulfates augmentent un peu l'acidité volatile des feuilles sèches, les nitrates paraissent la réduire; quant au phosphate disodique, il l'augmente sensiblement*.

» Le Tableau ci-dessus montre également que *la proportion des acides volatils éthérifiés diffère peu de celle des acides volatils libres*.

» En faisant les moyennes des nombres correspondant aux sels d'un même acide, nous obtenons les résultats suivants :

	Acides volatils éthérifiés calculés en centimètres cubes d'acide $\frac{1}{50}$ normal pour 100 de plante fraîche (moyenne).	Rapport entre les acides volatils éthérifiés et l'acidité volatile totale (moyenne).
	cm³	
Nitrates.............	12,3	$\frac{54}{100}$
Sulfates..............	13,1	$\frac{50}{100}$
Chlorures............	10,8	$\frac{47}{100}$
Phosphate disodique..	10,7	$\frac{40}{100}$

» Si, en même temps que nous examinons les nombres inscrits dans ce Tableau, nous nous reportons à notre dernier Mémoire (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 160), nous voyons que *les groupes de sels qui favorisent le plus la diminution d'eau chez la plante sont précisément ceux pour lesquels le rapport entre les acides volatils éthérifiés et l'acidité volatile totale est le plus élevé*. Cette conclusion deviendra très importante lors de l'étude évolutive de la matière odorante.

» *Alcalinité des cendres*. — Les déterminations que nous avons faites nous ont conduits aux conclusions suivantes :

» *Au début de la végétation, les cendres sont plus alcalines provenant des organes aériens que provenant des racines. La plante se développant, l'alcalinité des cendres décroît dans les parties aériennes et croît dans les racines pour y devenir finalement plus forte que dans les organes aériens.*

» *Les sels minéraux ont eu pour effet, d'une manière générale, d'augmenter dans les organes aériens la proportion des acides combinés. Dans les racines les différences ne sont pas très sensibles.* »

EMBRYOGÉNIE GÉNÉRALE. — *Influence des rayons du radium sur les animaux en voie de croissance.* Note de M. **Georges Bohn**, présentée par M. Alfred Giard.

« En exposant aux rayons du radium différents tissus et organismes, on a obtenu des effets curieux, un peu intenses, car ils entraînent la destruction de la cellule ou la mort de l'individu. Il était intéressant de rechercher si une exposition moins prolongée aurait une influence sur les tissus en voie de formation et sur les animaux au cours de leur développement.

» J'ai effectué un grand nombre d'expériences aux laboratoires du P. C. N., avec les conseils de M. Curie pour la partie physique et de M. Giard pour la partie biologique; les produits ont été mis obligeamment à ma disposition par M. Curie, auquel je tiens à exprimer ici tous mes remercîments.

» Entre autres, 80 larves de crapauds (*Bufo vulgaris*) et de grenouilles ont été exposées successivement à l'influence du radium. Je les ai placées, pour une durée de 3 heures à 6 heures, dans une petite cuve renfermant une mince couche d'eau, sur laquelle flottait un tube contenant quelques centigrammes d'un bromure de radium très actif. Ensuite j'ai suivi le développement comparativement à celui des témoins.

» 1° Expériences sur les embryons de crapauds. — Normalement, dans les dix jours qui suivent la sortie de l'œuf, la croissance est très lente. 18 embryons d'âges divers, après une exposition aux rayons du radium, ont subi un *amoindrissement de croissance.*

» 2° Expériences sur les larves de grenouilles. — *A. Embryons.* — Normalement la croissance est plus rapide que dans le cas précédent; les embryons, inertes encore après l'éclosion, ont acquis rapidement une membrane caudale et des houppes branchiales externes; le huitième jour, dans une poussée de croissance, ils ont perdu celles-ci et se sont transformés en têtards. 38 embryons d'âges divers (1, 3, 4, 5, 7 et 8 jours) ont été exposés aux rayons du radium. 9 sont morts presque immédiatement. Pour les autres deux cas se sont présentés : *a.* chez les individus âgés de 8 jours, le radium a eu une action immédiate: disparition rapide des branchies externes, arrêt de développement de l'opercule, boursouflures et plissements des téguments dans les régions voisines, et il en est résulté des têtards monstrueux; *b.* chez les individus plus jeunes, le radium n'a jamais eu d'action apparente immédiate; mais, quel que soit l'âge de la larve au moment de l'application du radium, les *mêmes monstruosités* se sont réalisées *d'une façon constante* au moment de la transformation en têtards.

» Les 29 *monstres* obtenus diffèrent peu les uns des autres : plus le radium a été appliqué d'une façon précoce, plus l'appendice caudal est resté peu développé : l'arrêt de développement de cet organe porte sur la membrane natatoire, qui normalement se développe les premiers jours; chez tous, il se forme un rétrécissement en arrière de la

tête : les téguments y sont plissés d'une façon exagérée. Certains des monstres ont survécu dix jours.

» *B. Têtards.* — Normalement ceux-ci croissent assez lentement et progressivement. 19 ont été soumis à l'action des rayons du radium : tous ont subi un *amoindrissement dans la croissance.*

» De ces expériences, il ressort d'abord, d'une façon très nette, que *les rayons de Becquerel agissent surtout sur la croissance des tissus et des organismes;* quand celle-ci est lente, ils déterminent un amoindrissement de la taille (crapauds, têtards de grenouilles); quand elle est rapide et s'accompagne de tranformations (embryons de grenouilles), ou bien ils détruisent les tissus, ou bien ils ralentissent leur croissance, ou bien enfin ils l'accélèrent, et cela suivant les régions et les tissus. Si les épithéliums sont plus sensibles que les autres tissus, pendant la transformation en têtards, c'est qu'ils croissent et se modifient plus activement, comme l'indiquent la dislocation des noyaux et la production si intense du pigment.

» Les mêmes expériences nous révèlent un fait des plus intéressants et touchant aux plus passionnants problèmes de la biologie. *Il suffit que les rayons du radium traversent le corps d'un animal pendant quelques heures pour que les tissus acquièrent des propriétés nouvelles, qui pourront rester à l'état latent pendant de longues périodes, pour se manifester tout à coup au moment où normalement l'activité des tissus augmente.*

» Ce fait peut être rapproché de quelques autres. Poulton, puis Merriefield, ont montré que l'exposition d'une chenille à une lumière colorée détermine la même coloration chez la pupe. Le spermatozoïde qui vient influencer la chromatine de l'ovule communique à l'œuf et à l'organisme qui en dérive des propriétés qui se manifesteront souvent beaucoup plus tard (ressemblance paternelle).

» Enfin tout porte à penser que les rayons du radium agissent sur la chromatine, car c'est de l'activité de cette substance que résulte l'assimilation et par suite la croissance. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur quelques ferments protéolytiques associés à la présure chez les végétaux.* Note de M. **Maurice Javillier**, présentée par M. Duclaux.

« A côté de la présure, que j'ai trouvée depuis ma dernière Communication (1) dans un nombre considérable d'espèces végétales, j'ai rencontré

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1373.

divers ferments protéolytiques. En expérimentant avec le suc cellulaire d'ivraie, dans les conditions rigoureuses d'asepsie que j'ai décrites, j'ai constaté que le coagulum formé par la présure se dissout progressivement et fait place à un liquide semi-transparent, à la surface duquel nagent les globules gras du lait.

» Ce liquide aisément filtrable ne précipite plus par les acides et donne les réactions générales des peptones : précipité volumineux par addition d'alcool, précipité abondant par le réactif de Tanret, se dissolvant par la chaleur, et reparaissant par le refroidissement, réaction du biuret.

» Ce liquide de digestion donne sous l'action de la tyrosinase (macéré glycériné d'une Russule active), la coloration rouge devenant noire au bout de quelques heures, caractéristique de la tyrosine.

» La digestion de la caséine est donc poussée au delà du stade de peptone, jusqu'à la phase des acides amidés.

» La diastase qui la provoque, et que j'ai retrouvée dans un grand nombre de sucs végétaux, est une caséase tout à fait comparable à celle que M. Duclaux a découverte dans les liquides de culture des *Tyrothrix*.

» Le suc cellulaire d'ivraie renferme une gélatinase, c'est-à-dire cette diastase liquéfiant la gélatine, si répandue chez les microbes, les levures, les moisissures, les phanérogames. Mais il ne digère ni l'albumine d'œuf coagulée, ni la fibrine, pas plus en milieu alcalin qu'en milieu neutre ou acide.

» Ces faits expérimentaux, outre qu'ils étendent aux plantes phanérogames l'existence de la caséase étudiée surtout chez les microbes, les levures, les moisissures, montrent qu'il convient d'accorder à la caséase une individualité propre, qu'il faut lui faire place à côté de la trypsine proprement dite, en réservant ce dernier nom à la diastase qui digère la fibrine et l'ovalbumine en milieu neutre ou alcalin. Ils montrent, de plus, que caséase et gélatinase sont deux diastases voisines, identiques peut-être, dont les activités sont parallèles pour les sucs végétaux que j'ai étudiés. Je retrouve ainsi pour les végétaux supérieurs ce que l'on a vu pour les levures et certaines moisissures.

» La présence de caséase dans l'ivraie m'a engagé à rechercher dans le suc de cette plante la diastase découverte par Cohnheim (1) dans la muqueuse intestinale des Mammifères, diastase qui, incapable d'attaquer l'albumine ou la fibrine, transforme les peptones et les albumoses en produits de désintégration cristallisables, et détruit la caséine du lait en produisant de la leucine et de la tyrosine.

---

(1) *Z. f. physiol. Chemie*, t. XXXIII, 1901, p. 451; t. XXXV, 1902, p. 134; t. XXXVI, 1902, p. 13.

» J'ai trouvé que le précipité diastasique, retiré de l'ivraie par la méthode antérieurement décrite (¹), fait, en peu de jours, disparaître d'une solution de peptone les réactions caractéristiques de cette substance.

» J'ai vu, d'autre part, qu'un précipité diastasique retiré du suc cellulaire de la luzerne, et qui ne renfermait pas de caséase, ne renfermait pas davantage d'érepsine.

» Si l'on rapproche ces faits de faits déjà connus : action de l'érepsine intestinale à la fois sur la caséine et sur les peptones (Cohnheim), présence de caséase [Bourquelot et Hérissey [2]] et d'érepsine [Delezenne et Mouton [3]] chez les Champignons Basidiomycètes, on vient à penser que caséase et érepsine sont deux ferments fréquemment associés, et que peut-être il s'agit d'un seul et même ferment. Mais cette dernière conclusion demande à être étayée sur de nouveaux faits expérimentaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la production d'acide formique dans la fermentation alcoolique.* Note de M. **Pierre Thomas**, présentée par M. Duclaux.

« La présence de l'acide formique a été signalée en 1891 par MM. Rayman et Kruis [4] dans des cultures de levures âgées de plusieurs années. L'année suivante, M. Khoudabachian [5], ayant trouvé de l'acide formique dans les moûts de raisins secs non fermentés, observa que la proportion de cet acide augmente pendant la fermentation, mais il attribua cette augmentation à de mauvaises conditions de nutrition de la levure.

» J'ai vu que la levure, cultivée en large surface dans un liquide minéral sucré, peut fournir d'assez grandes quantités d'acide formique, si on lui donne l'azote sous certaines formes. La présence de cet acide est facile à déceler dès que la fermentation est achevée, et ne paraît pas liée à une alimentation défavorable.

» Ainsi, cultivée en présence d'urée (comme source d'azote), ou d'un mélange d'urée et de bicarbonate d'ammoniaque, la levure se développe vigoureusement et produit une certaine quantité d'acides volatils, formés presque uniquement d'acide

---

(1) *Loc. cit.*
(2) *Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 666.
(3) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 633.
(4) Rayman et Kruis, *Chemisch.-biologische Studien*, t. I.
(5) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. VI, p. 600.

formique avec un peu d'acide acétique. Il en est de même avec l'acétamide, soit seule, soit additionnée de différents sels ammoniacaux, bicarbonate, sulfate, acétate, succinate, aspartate; les proportions d'acide acétique sont cependant plus grandes dans ce dernier cas. Il en est encore de même avec la formiamide, la butyramide, etc.

» Les fermentations faites en présence d'acétamide sont toujours plus paresseuses que lorsqu'on remplace ce corps par l'urée; cependant, le rapport de l'acide formique à l'acide acétique n'est pas plus grand dans le premier cas que dans le second, ce qui exclut toute idée de rapport avec l'activité de la levure.

» Dans tous les milieux de culture indiqués, l'addition de carbonate de chaux augmente la quantité des acides volatils produits par la levure; c'est là un fait bien connu. Dans ces conditions, il y a à la fois surproduction des deux acides, de telle sorte que leur rapport varie assez peu, au moins dans les expériences que j'ai faites en présence du même aliment azoté.

» Lorsqu'on emploie les sels ammoniacaux de différents acides organiques, la quantité d'acide formique varie avec le sel employé, toutes choses égales d'ailleurs. C'est donc la nature du radical acide qui semble intervenir dans la production de l'acide formique.

» Les amides et les sels ammoniacaux existent normalement dans un certain nombre de milieux de culture naturels, tels que le jus de raisin. Il ne serait donc pas surprenant de rencontrer de l'acide formique dans les vins aussitôt après fermentation. M. Khoudabachian a du reste signalé la présence de traces de cet acide dans des vins normaux ([1]).

» Plus tard, la proportion d'acide formique diminue en général dans les cultures, parce que la levure le consomme lentement. Ce fait a déjà été indiqué par M. Duclaux ([2]) et semble devoir être généralisé, pour la plupart des microbes qui produisent de l'acide formique. M. Iwanow a fait, en effet, une constatation analogue avec la bactéridie charbonneuse ([3]).

» Je signalerai, en terminant, la présence constante de l'acide formique dans l'eau de touraillons, si souvent employée comme milieu de culture pour la levure. J'ai pu extraire d'une macération de touraillons un acide volatil qui donne les réactions de l'acide formique, et qui, neutralisé par la baryte, a donné après évaporation plusieurs grammes de formiate de baryum cristallisé. En dehors de toute production d'acide formique par la levure, cet acide doit donc se retrouver dans les cultures de ce végétal sur le milieu indiqué. »

([1]) *Loc. cit.*

([2]) *Annales de l'Institut Pasteur,* t. VI, p. 593.

([3]) *Ibid.*, p. 131.

M. F. **Bayle** adresse, pour l'un des Concours de prix, une « Note sur un régulateur centrifuge, industriellement isochrone ».

(Renvoi à la Section de Navigation.)

M. Léo **Vignon** adresse une Note sur l' « Influence du cuivre dans l'argenture sur verre ».

M. Emm. **Pozzi-Escot** adresse une Note portant pour titre : « Les peroxydases ».

M. **Vernier** adresse une Note sur les « Circonstances de la destruction de la ville de Saint-Pierre ».

M. L.-D. **Lascaridès** adresse une « Note sur la télépathie ».

M. **Mirinny** adresse une Note « Sur l'effet lumineux de la longitudinalité des vibrations lumineuses ».

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 mars 1903.
(Suite.)

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon; t. VIII. Lyon, Henri Georg, 1903; 1 vol. in-f°.

Société des Ingénieurs civils de France; 56e année : *Annuaire de* 1903. Paris, 1903; 1 vol. in-f°.

Annales des Ponts et Chaussées; 73e année, 8e série, t. III, 1er cahier; 2e partie, janvier 1903. Paris, 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. G. Darboux, E. Picard et J. Tannery; 2e série, t. XXVI, année 1902 : Table des matières et noms d'auteurs; t. XXVII, année 1903, janvier-mars. Paris, Gauthier-Villars; 4 fasc. in-8°.

Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minérale; 4e série, t. II, livraison 1, 1903: *Texte et Atlas.* Saint-Étienne; 1 vol. in-8° et 1 fasc. in-4°.

Commission du Service géologique du Portugal. *Contributions à la connaissance géologique des Colonies portugaises d'Afrique:* I. *Le crétacique de Conducia,* par Paul Choffat; avec 9 pl. dont 2 doubles. Lisbonne, imp. de l'Académie royale des Sciences, 1903; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Gaudry. Hommage de l'auteur.)

The sub-mechanics of the Universe, by Osborne Reynolds; pub. for the Royal Society of London. Cambridge, 1903; 1 vol. in-4°.

Vorlesungen über theoretische Physik von H. von Helmholtz, herausgegeb. v. Arthur König, Otto Krigar-Menzel, Franz Richarz, Carl Runge; Bd. VI. *Theorie der Wärme,* herausgegeb. v. Franz Richarz, mit 40 Figuren im Text. Leipzig, J.-A. Barth, 1903; 1 vol. in-4°. (Hommage de Mme Ellen von Siemens.)

Mitteilungen der königlichen Universitäts-Sternwarte zu Breslau; Bd. II, herausgegeb. v. dem Director der Sternwarte, Julius H.-G. Franz; mit 6 Tafeln. Breslau, 1903; 1 fasc. in-4°.

Anali della regia scuola superiore di agricoltura di Portici; seria II, vol. IV. Portici, 1903; 1 vol. in-8°.

Bulletins du Comité géologique; t. XX, nos 7-10, 1901; t. XXI, nos 1-3, 1902. Saint-Pétersbourg, 1901-1902; 7 fasc. in-8°.

Mémoires du Comité géologique; t. XV, n° 4; t. XVII, nos 1, 2; t. XVIII, n° 3; t. XIX, n° 1; t. XX, n° 2. Saint-Pétersbourg, 1902; 5 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 avril 1903.

Observations sur quelques plantes fossiles des Lower Gondwanas, par R. Zeiller, Membre de l'Institut; pl. 1-7. (*Memoirs of the geological Survey of India. Palæontologia Indica;* new series, vol. II. n° 1.) Calcutta, 1902; 1 fasc. in-4°.

Traité général de Viticulture: Ampélographie, publiée sous la direction de P. Viala et V. Vermorel; t. IV. Paris, Masson et Cie, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Guignard. Hommage de l'auteur.)

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Annuaire pour l'année 1903. Paris, imp. Ph. Renouard; 1 fasc. in-12.

M. le Dr B. Hagen, Président de la Société d'Anthropologie à Francfort-sur-le-Mein, fait hommage à l'Académie des Ouvrages suivants:

Anthropologischer Atlas ostasiatischer und Melanesischer Vötker, mit Unterstützung der kgl. preuss. Akademie der Wissenschaften, herausgegeb. v. Hofrath Dr B. Hagen; mit Aufnahmeprotokollen, Messungstabellen und einem Atlas von 101 Tafeln in Lichtdruck. Wiesbaden, 1898; 1 vol. in-4°.

Anthropologische Studien aus Insulinde, von Dr B. Hagen; veröffentlicht durch die Königliche Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam; mit Messungs-Tabellen und 4 Tafeln. Amsterdam, Johannes Müller, 1890; 1 vol. in-4°.

Unter den Papua's: Beobachtungen und Studien über Land und Leute, Thier-

und Planzenwelt in Kaiser-Wilhelmsland, von B. HAGEN; mit 47 Vollbildern in Lichtdruck, fast durchweg nach eigenen Original-Aufnahmen. Wiesbaden, C. W. Kreidel, 1899; 1 vol. in-4°.

Rapport über eine im Dezember 1883 unternommene wissenschaftliche Reise an den Toba-See (Central Sumatra), von Dr B. HAGEN. s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

Die Pflanzen- und Thierwelt von Deli auf der Ostküste Sumatra's, v. Dr B. HAGEN. Leide, E.-J. Brill, 1890; 1 vol. in-8°.

Schmetterlinge von den Mentawej-Inseln, v. Dr B. HAGEN; mit 2 Tafeln. Francfort-s.-l.-Mein, 1902; in-4°.

Et en outre 18 opuscules sur divers sujets d'histoire naturelle; 18 fasc. de diver formats.

Niels Henrik Abel, Mémorial publié à l'occasion du centenaire de sa naissance. Kristiania, Jacob Dybwab; Paris, Gauthier-Villars; Londres, Williams et Norgate; Leipzig, B.-G. Teubner; 1902; 1 vol. in-4°.

The relation between prominences and terrestrial magnetism, by sir NORMAN LOCKYER and WILLIAM J.-S. LOCKYER. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society,* vol. LXXI.) 1 fasc. in-12.

Report made to the Solar Physics Committee upon the work done from 1st february to 31st december 1902, in the Solar Physics Observatory, South Kensington, by sir NORMAN LOCKYER. s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

Untersuchungen über natürliche und künstlische Milzbrandimmunität, v. Dr OSKAR BAIL. (Extr. de *Centralblatt f. Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektions-krankheiten;* Bd. XXXIII, n° 5, 1903.) 1 fasc. in-8°.

Die Parthenogenese und das Sexualgesetz, v. W. WEDEKIND. Iena, Gustav Fischer, 1902; 1 fasc. in-8°.

Una nuova forza biologica che agisce meccanicamente a distanza, Dott. PARIZINO PETTINELLI. Savone, D. Bertolotto, 1903; 1 fasc. in-12.

Archives du Musée Teyler; ser. II, vol. VIII, 2e partie. Haarlem, 1902; 1 fasc. in-4°.

Archivo bibliographico da Bibliotheca da Universidade de Coimbra; vol. III, n° 1-3. Coïmbre, 1903.

Revista do Museu Paulista, pub. por H. von Jhering, Director; vol. V. Saint-Paul, 1902; 1 vol. in-8°.

Anales de la Sociedàd cientifica argentina; t. LV. entrega 1, enero 1903. Buenos-Ayres; 1 fasc. in-8°.

The Canadian patent Office record and register of copyrights and trade marks; vol. XXXI, n° 1. Ottawa, 1903; 1 fasc. in-8°.

General Report on the work carried on by the Geological Survey of India, for the period from the 1st april 1901 to the 31st march 1902. Calcutta, 1902; 1 fasc. in-4°.

Memoirs of the Geological Survey of India; vol. XXXV, parts 1-3. Calcutta, 1902; 3 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 AVRIL 1903.

Contribution à l'histoire des Hommes fossiles, par ALBERT GAUDRY, Membre de l'Institut. (Extr. de l'*Anthropologie,* t. XIV; janvier-février 1903.) Paris, Masson et Cie, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Société d'Histoire naturelle d'Autun; 15e Bulletin. Autun, Dejussieu, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Journal de Mathématiques pures et appliquées, fondé en 1836 par J. LIOUVILLE et publié de 1875 à 1884 par H. RESAL; 5e série, pub. par CAMILLE JORDAN, avec la collaboration de M. LÉVY, A. MANNHEIM, E. PICARD, H. POINCARÉ; t. IX, année 1903, fasc. n° 1. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Sur le rôle de Jupiter dans la formation des radiants simples, par TH. BRÉDIKHINE. (*Bull. de l'Acad. imp. des Sciences à Saint-Pétersbourg;* décembre 1902, t. XVII, n° 5.) 1 fasc. in-4°.

Sulla ionizzazione dell'aria prodotta da una punta elettrizzata: memoria del prof. AUGUSTO RIGHI, letta alla R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna nella sessione dell' 11 gennaio 1903. Bologne, typ. Gamberini et Parmeggiani, 1903; 1 fasc. in-4°.

La higiene y la mortalidad en Malaga: Discurso leido en la sesion publica celebrada por la Sociedad malaguena de Ciencias fisicas y naturales el 5 de febrero de 1903, por FRANCISCO RIVERA VALENTIN. Malaga, 1903; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève; vol. XXXIV, fasc. 3, mars 1903: *Rapport du Président pour l'année* 1902. *Leguminosæ langlasseanæ,* par MARC MICHELI. Genève, Georg et Cie; Paris, G. Fischbacher; 1 fasc. in-4°.

Census of India, 1901: vol. XVI, B, part III; vol. XXV, parts I-III. Central provinces: Provincial tables. 5 vol. in-4°.

Monthly Weather Review; vol. XXX, n° 13: *Annual summary,* 1902, prepared under the direction of WILLIS-L. MOORE. Washington, 1903; 1 fasc. in-4°.

Rendiconto dell'Accademia delle Scienze fisiche e mathematiche (Sezionne della Societa Reale di Napoli); ser. 3a, vol. IX, fasc. 1, 2. Naples, 1903; 2 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 6 avril 1903.)

Note de M. *Honoré Moulin,* Sur une forme de la relation $\varphi(p, v, t) = 0$ relative aux fluides :

Page 882, relation (3), au premier terme du second membre, *au lieu de* $\frac{a}{\omega^3}$, *lisez* $\frac{a}{\rho\omega^3}$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MAI 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur l'amiral Ernest de Faulque de Jonquières, par M. E. Guyou.

« Jusque vers le milieu du siècle dernier, c'est-à-dire avant les transformations de toutes sortes qui ont été les conséquences des progrès rapides de l'industrie navale, les officiers de marine trouvaient, au cours de leur carrière, de grandes facilités pour le travail ainsi que des sujets d'études qu'ils étaient à peu près seuls à pouvoir aborder.

» L'exercice de leur profession ne demandait guère que des connaissances pratiques qui s'acquéraient par l'expérience, et les longues traversées à la voile, les séjours prolongés dans des pays, pour la plupart sans distractions, créaient des loisirs qu'ils pouvaient, sans négliger leurs devoirs, consacrer à l'étude.

» D'un autre côté, le goût des voyages, qui s'est si rapidement développé depuis une cinquantaine d'années, était encore peu répandu en France, de sorte que les Corps savants faisaient fréquemment appel aux concours des marins pour des missions dans des régions qu'ils étaient alors presque seuls à fréquenter et à connaître.

» Aussi n'était-il pas rare de rencontrer, parmi ceux auxquels leurs mérites professionnels avaient valu les premiers rangs, des hommes non moins remarquables par des connaissances étendues, même dans des branches étrangères à l'art naval, et qui s'étaient signalés par d'utiles et intéressants travaux.

» Si lointain que paraisse déjà cet état de choses, l'Académie en comptait encore, il y a une dizaine d'années, plusieurs représentants dans son sein. L'un, d'abord compagnon et collaborateur de Dumont d'Urville, avait été

plus tard un des agents les plus actifs des premiers progrès du nouveau mode de propulsion et nous a légué dans un précieux recueil les souvenirs de l'ancienne marine. Un autre, marin et chef militaire de premier ordre, joignait à une connaissance approfondie des sciences nautiques un talent d'historien que l'Académie française a sanctionné de ses suffrages. Un troisième, déjà célèbre par des travaux hydrographiques considérables, appelé à la direction de notre Observatoire national, s'y est acquis la gloire de fonder la plus grande entrepise de l'Astronomie moderne.

» L'amiral de Jonquières, que l'Académie a perdu il y a dix-huit mois à peine, était le dernier représentant, dans son sein, de cette marine à voiles dont elle s'est plu jusqu'au dernier jour à s'attacher les célébrités.

» Contrairement à la plupart des marins qui l'avaient précédé à l'Académie, l'amiral de Jonquières n'appartenait pas à la Section de Navigation. Ce n'est pas que les titres lui fissent défaut pour y figurer avec honneur; mais lorsque les circonstances de sa carrière lui permirent de poser sa candidature, l'Art naval comptait déjà dans cette Section deux représentants. L'Académie, ne voulant pas différer plus longtemps de s'adjoindre un savant officier dont elle avait eu depuis vingt ans maintes occasions d'apprécier le talent comme géomètre et que d'éminents services désignaient à ses suffrages, l'élut en 1884 à la place laissée vacante par la mort de Bréguet dans la Section des Académiciens libres.

» D'ailleurs la variété de ses travaux, la vive impulsion qu'il avait imprimée aux progrès de notre matériel naval dans les hautes fonctions qu'il avait occupées, ne lui donnaient pas moins de titres à la Section dans laquelle l'Académie réunit ceux qui ont exercé, sous une forme quelconque, une haute et féconde influence sur le développement scientifique de notre pays.

» Ernest de Faulque de Jonquières est né à Carpentras, le 3 juillet 1820, d'une famille d'origine italienne fixée en Provence depuis le XIV[e] siècle et dont plusieurs membres avaient servi avec distinction dans les armées.

» Son père, Eugène de Jonquières, avait embrassé avant lui la carrière maritime; mais les circonstances ne lui avaient pas permis d'y dépasser le grade d'élève de marine. Embarqué comme tel sur l'*Intrépide*, il avait pris part à la lutte héroïque de ce vaisseau à la bataille de Trafalgar, y avait été fait prisonnier et envoyé en Angleterre où il resta dix ans.

» Bien que le peu de succès de cette tentative personnelle ne fût guère de nature à encourager ses préférences pour la marine, il y plaça ses trois fils Ernest, Amable et Paul. La carrière de ces deux derniers après de bril-

lants débuts fut arrêtée au grade de capitaine de frégate par une mort prématurée.

» Ernest de Jonquières l'aîné, après avoir fait ses études au collège d'Orléans où résidait son oncle, fut admis en 1835 à l'École navale, alors établie sur le vaisseau *l'Orion*.

» Les examens d'admission n'étaient pas très compliqués; ils ne pouvaient pas l'être pour des enfants de quinze ans. On ne leur demandait que de faire preuve d'aptitudes pour les Mathématiques. De Jonquières fut classé premier; il devait plus tard, par ses travaux de Géométrie, faire honneur au discernement de ses examinateurs.

» L'enseignement à l'École n'était pas bien élevé non plus; on s'y préoccupait surtout d'amariner les jeunes gens. A part les notions élémentaires de Mathématiques et d'Astronomie nécessaires au problème du point, on n'y traitait guère que des connaissances pratiques, au premier rang desquelles figurait la manœuvre des voiles.

» On conçoit aisément quelles lacunes devaient exister dans l'instruction générale de jeunes gens enlevés sitôt aux établissements universitaires et soumis immédiatement à l'entraînement maritime. On comptait beaucoup, et non sans raison, sur les loisirs de la carrière pour les combler.

» De Jonquières, servi par les circonstances, trouva ces loisirs, dès sa sortie de l'École, dans les longues périodes d'inactivité forcée d'un blocus qui dura près de trois ans. La corvette *la Perle*, sur laquelle il fut embarqué, fut en effet, après un court séjour sur les côtes d'Italie, envoyée à Buenos-Ayres pour coopérer au blocus établi par la France sur les côtes de la République Argentine.

» A son retour en France, en 1841, un embarquement de deux ans en escadre comme Enseigne, sur le vaisseau *l'Océan*, lui permit d'achever de bonne heure, au point de vue militaire, son instruction professionnelle. De sorte que, dès l'âge de 23 ans, de Jonquières était prêt à s'acquitter avec distinction de toutes les fonctions qui pouvaient lui être confiées.

» Il eut bientôt l'occasion de se faire apprécier au cours d'une campagne, dans l'océan Indien, qu'il fit sur la gabarre *la Zélée*, après son débarquement de l'escadre. Les services qu'il rendit pendant les deux années que dura cette nouvelle absence, et notamment d'intéressants travaux hydrographiques sur les côtes de Madagascar, lui valurent, à son retour en France, le grade de lieutenant de vaisseau.

» Après un court repos, de Jonquières reprit la mer sur le brick *le Bougainville*. Ce navire étai envoyé sur la côte occidentale d'Afrique pour

renforcer la Division navale chargée d'empêcher la traite des noirs, encore assez active à cette époque. Une croisière sur ces côtés inhospitalières, où l'on ne rencontre presque aucun vestige de civilisation, et dont l'accès même est défendu par d'éternels brisants infranchissables aux embarcations européennes, lui créa de nouveaux loisirs. Il en profita pour aborder les études abstraites vers lesquelles le portaient plus particulièrement les tendances de son esprit. Les satisfactions qu'il y trouva le déterminèrent à poursuivre plus tard des travaux qu'il n'avait d'abord entrepris que comme passe-temps et qui devaient un jour lui valoir un rang honorable parmi les savants qui ont contribué au développement de la Géométrie supérieure alors à ses débuts.

» A son retour en France, la notoriété dont il commençait à jouir dans la marine lui valut l'honneur, exceptionnel pour un officier de son grade, d'être appelé par le Ministre à faire partie du Conseil d'Amirauté. Si nouvelles que fussent pour lui ces fonctions, il ne tarda pas à justifier le choix dont il était l'objet.

» La marine à vapeur naissante soulevait déjà des questions pour lesquelles un esprit clairvoyant était plus utile qu'une longue expérience. De Jonquières, en prêtant aux membres plus expérimentés du Conseil le concours de ses rares facultés d'assimilation, de son intelligence méthodique et précise fut pendant deux ans pour eux un collaborateur précieux et non sans influence. Il eut notamment la satisfaction de faire adopter le principe de l'éperon, mis en avant par le contre-amiral Labrousse, et qui fut, quelques années après, appliqué aux deux premiers vaisseaux cuirasssés qui aient été construits, le *Solférino* et le *Magenta.*

» A l'expiration du terme assigné à ses fonctions, de Jonquières fut embarqué en escadre, d'abord sous les ordres de l'amiral Parseval, puis comme aide de camp de l'amiral de la Susse qui succéda à ce dernier dans le commandement en chef.

» L'escadre était encore exclusivement composée de vaisseaux à voiles et peu de personnes alors osaient même prévoir que les navires à vapeur pourraient remplir un jour dans les guerres navales un autre rôle que celui d'auxiliaires secondaires. Aussi les questions militaires, dont l'étude est une des principales attributions de cette force navale, étaient-elles encore traitées exclusivement au point de vue des navires à voiles. De Jonquières a laissé dans deux Mémoires, relatifs aux évolutions et à la préparation du tir, des témoignages de la part active et féconde qu'il prit à ces études. Ces Mémoires sont aujourd'hui naturellement sans intérêt,

mais le Conseil des Travaux les jugea alors assez importants pour les faire imprimer et mettre à la disposition des officiers.

» Quelques mois après son débarquement de l'escadre éclatait la guerre de Russie. De Jonquières participa sur le vaisseau *le Trident*, puis sur la frégate *la Néréide* et enfin comme commandant de la canonnière *la Lance*, aux opérations dans la mer Noire et dans la Baltique. Il fut ensuite renvoyé en escadre sur le vaisseau *l'Arcole*, où il passa deux années (1856 et 1857), à l'expiration desquelles il fut promu capitaine de frégate.

» Il débuta dans son nouveau grade comme chef d'état-major de la division de Terre-Neuve, commandée par le capitaine de vaisseau de la Roncière, qu'il suivit pendant trois ans dans les mêmes fonctions, d'abord dans l'Adriatique pendant la guerre d'Italie, puis dans la station du Levant, qu'il quitta vers 1861. C'est à cette époque que survint la guerre du Mexique.

» Dans cette guerre contre un pays sans marine, le rôle de notre flotte ne pouvait être que très effacé; transporter le corps expéditionnaire, assurer ses approvisionnements et empêcher, par un blocus étroit des côtes, l'accès de ressources pouvant permettre à l'ennemi de prolonger la lutte.

» Nos marins, en effet, n'eurent guère à combattre, sauf dans quelques engagements auxquels prirent part au début les compagnies de débarquement. Mais leur rôle fut loin d'être sans péril; ils eurent à subir les coups d'un fléau autrement redoutable que les balles mexicaines; c'est à eux qu'incomba en effet bientôt la garde des *terres chaudes* infestées de fièvre jaune.

» Les navires de la station qui communiquaient fréquemment avec la terre furent eux-mêmes envahis par l'épidémie : les nombreuses tombes que leurs équipages ont laissées dans la petite île de Sacrificios, au sud de la rade de Veracruz, rappellent encore combien elle fut meurtrière.

» Le commandant de Jonquières avait reçu, dès le début de l'expédition, le commandement de la corvette à roues *le Berthollet*, destinée à prendre part au blocus. Pendant ses dix-huit mois de séjour au Mexique, il eut à surveiller la côte entre Campêche et Matamoros. C'est au cours de cette période que, malgré l'épidémie et l'état de dépression morale qu'elle avait amené à bord, de Jonquières poussa le plus activement ses recherches en Géométrie. L'un de ses plus beaux Mémoires, celui qui remporta en 1863 le Grand Prix des Sciences mathématiques, est daté précisément de Sacrificios.

» Le *Berthollet* fut ensuite, suivant l'usage adopté pour les navires de la station, envoyé dans le nord pour s'y assainir; de Jonquières fut chargé, à cette occasion, du commandement de la station de Terre-Neuve, et ramena son navire en France après la saison de pêche de 1863.

» A peine rétabli des fatigues de cette pénible campagne, il fut appelé en Cochinchine par le gouverneur, l'amiral de la Grandière, pour y remplir les fonctions de chef d'état-major. On sait que l'amiral de la Grandière a été le véritable fondateur de notre grande colonie de l'Extrême-Orient. C'est grâce à son administration habile qu'elle a pris ce développement extraordinaire qui en a fait, en peu d'années, la rivale des riches colonies anglaises de l'Inde. Placé immédiatement auprès de lui par ses fonctions, de Jonquières fut pendant deux ans son principal collaborateur. Si peu préparé qu'il pût être à des services civils, il n'en a pas moins laissé, de son passage, des traces dont l'Exposition actuelle d'Hanoï a rappelé le souvenir. C'est en effet sur son initiative et sous sa direction que fut organisée la première exposition qui fit connaître au commerce européen les richesses de la colonie.

» Sa promotion au grade de capitaine de vaisseau, en 1866, récompense des services rendus pendant cinq années d'absence presque consécutives, le rappela en France où il put jouir enfin, pendant trois ans, d'un repos relatif comme membre des hautes Commissions de la Marine.

» Lorsque survint la guerre de 1870, il avait été appelé au commandement d'un cuirassé en escadre. Son bâtiment, *la Gauloise*, devait participer aux opérations projetées au début dans la Baltique, mais la tournure désastreuse que prirent bientôt les événements ayant rendu ce projet inexécutable, notre escadre dut se borner à bloquer la flotte allemande dans ses ports. La *Gauloise* prit part à cette pénible croisière d'hiver dans la mer du Nord, qui mit en lumière les qualités de nos cuirassés et celles de nos marins, et grâce à laquelle, pendant toute la guerre, notre pavillon put continuer à flotter librement sur toutes les mers.

» Après la guerre, le régime d'économie qui s'imposa à notre pays eut pour conséquence un ralentissement dans les armements maritimes, mais, par contre, les études techniques furent poussées avec une plus grande activité.

» Au premier rang des questions nouvelles dont se préoccupaient les Commissions supérieures figurait celle des torpilles qui commençaient à entrer dans la période d'application. Une école spéciale avait été organisée à Boyardville pour initier les officiers au nouvel engin et, en même temps,

pour étudier les moyens d'en augmenter l'efficacité et d'en faciliter l'usage.

» Il fallait pour diriger ce centre d'études, où les questions d'ordre scientifique se mêlaient étroitement aux questions pratiques, une compétence générale peu commune unie à une grande expérience professionnelle. Le ministre porta ses vues sur de Jonquières qui commandait alors la corvette cuirassée *la Thétis* en escadre. Sous son habile direction, et grâce à son intervention personnelle dans les questions à traiter, l'école de Boyardville réussit rapidement à formuler les règles à suivre pour la construction, le chargement et l'emploi des torpilles, soit pour la défense des ports, soit pour l'offensive dans les combats.

» Sa promotion au grade de contre-amiral, en décembre 1874, vint enfin lui donner la situation hiérarchique nécessaire pour la direction des services auxquels il n'avait pu jusque-là que prendre une part personnelle.

» Appelé à Paris, il eut d'abord à diriger l'organisation du service des torpilles dans les ports suivant les règles adoptées sur son initiative. Bientôt après, son ancien chef, l'amiral de la Roncière, devenu commandant de l'escadre, l'appela pour diriger comme chef d'état-major les travaux d'une Commission chargée d'établir un code d'évolutions navales pour une escadre de cuirassés. Les règles qui furent établies sous sa direction étaient encore en usage il y a quelques années.

» Cet embarquement d'escadre, terminé en 1877, fut le dernier de sa carrière. A partir de cette époque, les hautes fonctions qu'il remplit furent surtout techniques et administratives.

» D'abord président de la Commission des défenses sous-marines, à Paris, il reprit la suite des travaux que son embarquement d'escadre avait interrompus. Sa promotion au grade de vice-amiral, en 1879, l'appela ensuite à Rochefort, comme préfet maritime.

» Déjà, à cette époque, la conservation de cet arsenal, si précieux par les garanties de sécurité qu'il offre en cas de guerre, à proximité d'une de nos plus belles rades, commençait à être mise en question à cause de la difficulté de son accès aux nouveaux navires; l'amiral de Jonquières prit énergiquement sa défense et montra, par un avant-projet, que les inconvénients invoqués pour sa suppression pouvaient être évités par un ensemble de travaux relativement peu coûteux. Il entreprenait l'étude complète de l'amélioration du cours de la Basse-Charente quand il fut appelé à Paris à de plus hautes fonctions.

» A cette époque les diverses Directions du Ministère qui concouraient à la création, à l'approvisionnement et à l'entretien de la flotte, étaient

indépendantes. Le soin de veiller à une bonne coordination des travaux destinés à un même but incombait au Cabinet du ministre, déjà surchargé d'autres préoccupations. Cette centralisation ne pouvait être évidemment que fictive.

» On conçoit aisément que, malgré le zèle qu'y puissent mettre les Directions, absorbées en général par leurs travaux spéciaux, une semblable organisation ne pouvait manquer de conduire à de fréquents mécomptes.

» Pour en éviter le retour, l'amiral Cloué, alors ministre, décida d'établir, sous le titre de Direction générale du Matériel, un service centralisateur qui, dégagé de toutes préoccupations du détail, serait chargé de la haute direction de tous les services relatifs au matériel.

» Il fallait, pour diriger et surtout pour organiser ce nouveau Service, des aptitudes peu communes et une compétence générale non moins difficile à rencontrer. D'un autre côté cette création ne pouvait manquer de provoquer quelques résistances de la part des Services dont elle devait amoindrir nécessairement les attributions; il était donc indispensable, pour en assurer le succès, de la confier à un chef dont les services antérieurs ne permissent pas de mettre en doute le mérite et l'autorité.

» L'amiral de Jonquières, par sa notoriété scientifique, par la compétence technique qu'il avait acquise et dont il avait donné tant de preuves dans les hautes Commissions, était mieux que personne capable de réaliser les vues du ministre.

» Bientôt en effet les résistances cédèrent devant ses hautes capacités, et sa fermeté aussi courtoise que bienveillante. Pendant près de trois ans, trois ministres successifs le maintinrent dans cette situation, où il eut à la fois la responsabilité et la direction non seulement de tous les services du matériel, mais aussi des études techniques pour l'amélioration de nos armements maritimes. En 1883, par un de ces changements trop fréquents dans notre Administration, un nouveau ministre rétablit l'ancien état de choses.

» L'amiral de Jonquières fut alors appelé à la Direction du Dépôt des Cartes de la Marine où il fut atteint par la limite d'âge en 1885 et admis au Cadre de réserve. Il était grand-officier de la Légion d'honneur.

» Au cours d'une carrière aussi active et consacrée à tant de travaux techniques, les études scientifiques n'ont guère pu être, pour Ernest de Jonquières, et n'ont été en effet la plupart du temps que le délassement de prédilection de son intelligence toujours en travail. Aussi, si l'on ren-

contre dans son œuvre de savant quelques lacunes, conséquences inévitables d'une discontinuité si défavorable au complet achèvement de travaux scientifiques, on doit en être moins surpris que d'y constater à chaque pas l'empreinte d'une intelligence supérieure familiarisée avec les méthodes des sciences abstraites, ainsi que cette hauteur et cette fécondité de conceptions qui ont attiré l'attention et provoqué les éloges des géomètres les plus éminents de l'époque; Poncelet, Chasles, Liouville en France, et Cayley, Salmon et Crémona à l'étranger.

» Les géomètres s'accordent à reconnaître que c'est dans ses Mémoires qu'ont été trouvés les germes de plusieurs théories importantes devenues depuis classiques et que, seules, ses obligations professionnelles ne lui ont pas permis de conduire lui-même à leur complet développement.

» C'est, on l'a vu, dans une croisière sur les côtes occidentales d'Afrique, de 1846 à 1848, qu'il commença à aborder les études abstraites. Un séjour de deux ans, qu'il fit à Paris, à son retour, lui fournit ensuite l'occasion d'assister à quelques leçons de Chasles à la Sorbonne. Mais ce n'est guère qu'à partir de 1855, après la guerre de Russie, qu'il put retrouver de nouveaux loisirs pour travailler avec une continuité relative. C'est au cours des onze années qui suivirent, passées successivement en escadre, dans le Levant, à Terre-Neuve, au Mexique et en Cochinchine, que furent publiés ses plus importants Ouvrages.

» Après 1866, les devoirs du commandement le tinrent pendant une vingtaine d'années à l'écart des études scientifiqnes. Cependant, quelques Notes intéressantes, publiées dans cet intervalle, témoignent des regrets que lui causait cette inactivité, et de son intention de reprendre ses recherches dès qu'il en retrouverait les loisirs.

» Il les reprit en effet dès sa nomination à la Direction du Dépôt des Cartes et Plans et les poursuivit jusqu'à ses derniers jours. Dans l'année même qui a précédé sa mort, il donnait encore aux *Comptes rendus* plusieurs communications relatives à la théorie des nombres.

» L'œuvre mathématique d'Ernest de Jonquières a été l'objet récemment d'une analyse savante et détaillée du professeur Gino Loria dans un journal d'histoire des Mathématiques. Il n'est cependant pas inutile d'en résumer ici les traits principaux.

» Ses premiers travaux sur la Géométrie supérieure se rapportent à la génération des courbes algébriques. Dans son premier Mémoire sur cette question où, suivant une expression de Chasles, on était arrêté dès le

début par des difficultés insurmontables, de Jonquières donna, avec un théorème original et inattendu auquel son nom a été conservé, la solution complète du problème pour les courbes du quatrième degré : la méthode qu'il y employa lui permit ensuite d'étendre la solution à divers cas des courbes de degré supérieur. Son premier Mémoire, sur un rapport très élogieux de Chasles, fût inséré parmi les *Mémoires des Savants étrangers à l'Académie*.

» Les séries de courbes algébriques furent ensuite de sa part l'objet d'importantes recherches. C'est dans un Mémoire sur ce sujet, publié en 1861 dans le *Journal de Liouville*, que se trouvent posées les bases de la doctrine des caractéristiques que Chasles et Halphen menèrent plus tard à son complet développement et dont lui-même fit, dans diverses Notes ultérieures, l'extension aux figures de l'espace.

» Son plus remarquable travail se rapporte aux transformations géométriques. Dans un Mémoire rédigé en 1859, et dont les résultats principaux ont seuls été signalés alors par une Note aux *Comptes rendus*, il a fait connaître la première des transformations auxquelles on a donné à juste titre le nom de *Cremona*. Sa méthode n'eût pas manqué de le conduire à la théorie complète, si des conseils émanant d'autorités scientifiques envers lesquelles il professait une légitime déférence, mais mal inspirées dans cette circonstance, ne l'avaient détourné de ses recherches. Le Mémoire ne fut publié que cinq ans plus tard, lorsque les travaux de Cremona eurent mis en lumière l'exactitude, contestée au début, des principes qu'il avait posés.

» En outre de ces travaux, de Jonquières a donné, dans de nombreuses Notes, les solutions de questions de moindre portée appartenant à des sujets devenus classiques, relatifs notamment aux sections coniques. Pour apprécier l'intérêt qu'ont pu offrir ces solutions à l'époque de leur publication, il est nécessaire de se rappeler qu'elles ont précédé le *Traité des sections coniques* de Chasles.

» Dans ses dernières années il laissa de côté la Géométrie et a publié diverses Notes sur la théorie des nombres, sur le dernier théorème de Fermat et sur divers sujets de Mécanique ou d'histoire des Mathématiques.

» L'amiral de Jonquières prenait une part active aux travaux des Commissions de l'Académie. Les nombreux rapports dont il a été chargé pendant une quinzaine d'années sont des modèles de clarté, de concision et de correction littéraire.

» Il attachait, en effet, un grand prix à donner à l'expression de sa pensée une forme élégante et claire et s'y exerçait à ses moments perdus, s'astreignant volontiers à la discipline étroite des vers pour traiter les sujets les plus variés.

» C'est ainsi qu'il a laissé une traduction d'Horace, faite au cours de ses promenades, imprimée, pour ses amis, à un petit nombre d'exemplaires et dont les *Épîtres* surtout, exprimées en vers élégants et faciles, ont été l'objet des appréciations flatteuses d'un de nos plus célèbres écrivains.

» Depuis son admission à la retraite, l'amiral de Jonquières menait une vie très retirée auprès des siens. Privé pendant longtemps des joies de la famille, il en connaissait plus que tout autre le prix. Son exquise courtoisie, sa grande bienveillance donnaient à ses relations un charme qui faisait désirer partout sa présence. Mais il ne cédait guère aux sollicitations dont il était l'objet que quand il s'agissait de réunions ayant un but charitable ou humanitaire.

» Il manquait rarement aux séances de l'Académie quand il était à Paris. Nous y admirions, jusque vers la fin de 1900, sa verte vieillesse qui semblait lui promettre encore de longs jours. Mais au printemps de 1901, dans sa propriété de Provence où il aimait à passer chaque année une saison avec sa famille, il sentit ses forces décliner. Son intelligence restée lucide jusqu'aux derniers instants lui fit voir sa fin prochaine, il l'attendit avec résignation et sans faiblesse et s'éteignit doucement le 12 août au milieu des siens.

» Il laisse dans la marine le souvenir d'un homme de bien, et d'un chef à qui notre flotte militaire a dû une bonne part de ses progrès. S'il ne laisse aucune œuvre de grande portée à laquelle on puisse attacher exclusivement son nom, c'est que la mobilité de sa carrière, la grande variété de ses fonctions ne lui ont jamais permis de s'attarder sur un même sujet. Homme de devoir avant tout, il n'a pas hésité à disperser son activité et son intelligence dans la multitude de travaux impersonnels qui lui ont été confiés. S'il y a perdu de légitimes satisfactions d'amour-propre, son intervention n'en a été que plus féconde pour les progrès de la marine et les intérêts du pays. »

MÉCANIQUE. — *Des ondes du second ordre par rapport à la vitesse au sein des milieux vitreux, doués de viscosité, et affectés de mouvements finis.* Note de M. P. DUHEM.

« En tout point (x, y, z) d'une telle onde, où la vitesse de propagation $\mathcal{N}$ (rapportée à l'espace des a, b, c) serait différente de o, on aurait trois équations dont la première est

$$\left[\frac{\partial \nu_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_z}{\partial y} + \frac{\partial \tau_y}{\partial z}\right]_1^2 = 0.$$

» On aurait aussi, en vertu des lemmes d'Hugoniot, un vecteur $\mathcal{F}, \mathcal{G}, \mathcal{H}$ tel que (¹)

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{1}{l^2}\left[\frac{\partial^3 \xi}{\partial a^2\,\partial t}\right]_1^2 &= \frac{1}{lm}\left[\frac{\partial^3 \xi}{\partial a\,\partial b\,\partial t}\right]_1^2 = \ldots = \mathcal{N}^2 \mathcal{F},\\ \frac{1}{l^2}\left[\frac{\partial^3 \eta}{\partial a^2\,\partial t}\right]_1^2 &= \frac{1}{lm}\left[\frac{\partial^3 \eta}{\partial a\,\partial b\,\partial t}\right]_1^2 = \ldots = \mathcal{N}^2 \mathcal{G},\\ \frac{1}{l^2}\left[\frac{\partial^3 \zeta}{\partial a^2\,\partial t}\right]_1^2 &= \frac{1}{lm}\left[\frac{\partial^3 \zeta}{\partial a\,\partial b\,\partial t}\right]_1^2 = \ldots = \mathcal{N}^2 \mathcal{H}.\end{aligned}\right.$$

» Si nous posons

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} \mathfrak{D}_1 &= (\alpha\mathcal{X}_1 + \beta\mathcal{Y}_1 + \gamma\mathcal{Z}_1)(\mathcal{X}_1\mathcal{F} + \mathcal{Y}_1\mathcal{G} + \mathcal{Z}_1\mathcal{H}), \quad \ldots,\\ \mathfrak{G}_1 &= (\alpha\mathcal{X}_2 + \beta\mathcal{Y}_2 + \gamma\mathcal{Z}_2)(\mathcal{X}_3\mathcal{F} + \mathcal{Y}_3\mathcal{G} + \mathcal{Z}_3\mathcal{H})\\ &\quad + (\alpha\mathcal{X}_3 + \beta\mathcal{Y}_3 + \gamma\mathcal{Z}_3)(\mathcal{X}_2\mathcal{F} + \mathcal{Y}_2\mathcal{G} + \mathcal{Z}_2\mathcal{H}), \quad \ldots,\end{aligned}\right.$$

des calculs faciles nous donneront

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} &\left[\frac{\partial \Delta_1'}{\partial x}\right]_1^2 = K^2\mathcal{N}^2\alpha\mathfrak{D}_1, \quad \left[\frac{\partial \Delta_1'}{\partial y}\right]_1^2 = K^2\mathcal{N}^2\beta\mathfrak{D}_1, \quad \left[\frac{\partial \Delta_1'}{\partial z}\right]_1^2 = K^2\mathcal{N}^2\gamma\mathfrak{D}_1,\\ &\left[\frac{\partial \Delta_2'}{\partial x}\right]_1^2 = K^2\mathcal{N}^2\alpha\mathfrak{D}_2, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots,\\ &\left[\frac{\partial \Gamma_1'}{\partial x}\right]_1^2 = K^2\mathcal{N}^2\alpha\mathfrak{G}_1, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\end{aligned}\right.$$

(¹) Nous conservons ici, autant que possible, les notations de notre Note : *Des ondes du premier ordre par rapport à la vitesse au sein d'un milieu vitreux, doué de viscosité, et affecté de mouvements finis* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 858, 6 avril 1903).

» L'égalité (1) devient alors, en supprimant le facteur $K^2\mathcal{M}^2$ qui n'est pas nul, la première des égalités

$$
(5)\quad\left\{
\begin{aligned}
&\frac{\partial^2\mathfrak{L}}{\partial\Delta_1'^2}\quad(\alpha\mathcal{X}_1+\beta\mathcal{Y}_1+\gamma\mathcal{Z}_1)\mathcal{X}_1\mathfrak{D}_1+\ldots\\
&+\frac{\partial^2\mathfrak{L}}{\partial\Delta_2'\,\partial\Delta_3'}\quad[(\alpha\mathcal{X}_3+\beta\mathcal{Y}_3+\gamma\mathcal{Z}_3)\mathcal{X}_3\mathfrak{D}_2+(\alpha\mathcal{X}_2+\beta\mathcal{Y}_2+\gamma\mathcal{Z}_2)\mathcal{X}_2\mathfrak{D}_3]+\ldots\\
&+\frac{\partial^2\mathfrak{L}}{\partial\Gamma_1'^2}\quad[(\alpha\mathcal{X}_3+\beta\mathcal{Y}_3+\gamma\mathcal{Z}_3)\mathcal{X}_2+(\alpha\mathcal{X}_2+\beta\mathcal{Y}_2+\gamma\mathcal{Z}_2)\mathcal{X}_3]\mathfrak{G}_1+\ldots\\
&+\frac{\partial^2\mathfrak{L}}{\partial\Gamma_2'\,\partial\Gamma_3'}\Big\{\,[(\alpha\mathcal{X}_1+\beta\mathcal{Y}_1+\gamma\mathcal{Z}_1)\mathcal{X}_2+(\alpha\mathcal{X}_2+\beta\mathcal{Y}_2+\gamma\mathcal{Z}_2)\mathcal{X}_1]\mathfrak{G}_2\\
&\qquad\qquad+[(\alpha\mathcal{X}_3+\beta\mathcal{Y}_3+\gamma\mathcal{Z}_3)\mathcal{X}_1+(\alpha\mathcal{X}_1+\beta\mathcal{Y}_1+\gamma\mathcal{Z}_1)\mathcal{X}_3]\mathfrak{G}_3\Big\}+\ldots\\
&+\frac{\partial^2\mathfrak{L}}{\partial\Delta_i'\,\partial\Gamma_j'}\Big\{\,(\alpha\mathcal{X}_i+\beta\mathcal{Y}_i+\gamma\mathcal{Z}_i)\mathcal{X}_i\mathfrak{G}_j\\
&\qquad\qquad+[(\alpha\mathcal{X}_{j'}+\beta\mathcal{Y}_{j'}+\gamma\mathcal{Z}_{j'})\mathcal{X}_{j''}+(\alpha\mathcal{X}_{j''}+\beta\mathcal{Y}_{j''}+\gamma\mathcal{Z}_{j''})\mathcal{X}_{j'}]\mathfrak{D}_i\Big\}=0,\\
&\frac{\partial^2\mathfrak{L}}{\partial\Delta_1'^2}\quad(\alpha\mathcal{X}_1+\beta\mathcal{Y}_1+\gamma\mathcal{Z}_1)\mathcal{Y}_1\mathfrak{D}_1+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots=0,\\
&\frac{\partial^2\mathfrak{L}}{\partial\Delta_1'^2}\quad(\alpha\mathcal{X}_1+\beta\mathcal{Y}_1+\gamma\mathcal{Z}_1)\mathcal{Z}_1\mathfrak{D}_1+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots=0.
\end{aligned}\right.
$$

» Les deux autres s'obtiennent d'une manière analogue.

» Si nous multiplions respectivement ces égalités (5) par $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$, $\mathcal{H}$ et si nous les ajoutons membre à membre en tenant compte des égalités (3), nous trouvons l'égalité

$$
(6)\quad\left(\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial\Delta_1'}\mathfrak{D}_1+\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial\Delta_2'}\mathfrak{D}_2+\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial\Delta_3'}\mathfrak{D}_3+\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial\Gamma_1'}\mathfrak{G}_1+\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial\Gamma_2'}\mathfrak{G}_2+\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial\Gamma_3'}\mathfrak{G}_3\right)^{(2)}=0,
$$

où (2) représente un carré symbolique.

» Mais la forme $\mathfrak{L}$ est quadratique en Δ_i', Γ_i'; ses dérivées secondes par rapport à ces variables n'en dépendent plus; si donc on désigne par $\mathfrak{f}$ ce que devient $\mathfrak{L}$ lorsqu'on y remplace les Δ_i', Γ_i' par les $\mathfrak{D}_i$, $\mathfrak{G}_i$, l'égalité (6) peut s'écrire

$$
(7)\quad\left(\frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{D}_1}\mathfrak{D}_1+\frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{D}_2}\mathfrak{D}_2+\frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{D}_3}\mathfrak{D}_3+\frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{G}_1}\mathfrak{G}_1+\frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{G}_2}\mathfrak{G}_2+\frac{\partial\mathfrak{f}}{\partial\mathfrak{G}_3}\mathfrak{G}_3\right)^{(2)}=0.
$$

» Selon le théorème d'Euler sur les fonctions homogènes, cette égalité (7) équivaut à $\mathfrak{f}=0$. Comme $\mathfrak{L}$ est une forme définie positive en Δ_i', Γ_i', $\mathfrak{f}$ est une forme définie positive en $\mathfrak{D}_i$, $\mathfrak{G}_i$; l'égalité que nous venons d'obtenir équivaut donc aux égalités

$$
\mathfrak{D}_1=0,\qquad\mathfrak{D}_2=0,\qquad\mathfrak{D}_3=0,\qquad\mathfrak{G}_1=0,\qquad\mathfrak{G}_2=0,\qquad\mathfrak{G}_3=0.
$$

Nous retombons ainsi sur un système d'égalités déjà discuté dans notre précédente Communication; ces égalités entraînent, comme nous l'avons vu,

$$\mathfrak{F} = 0, \quad \mathfrak{G} = 0, \quad \mathfrak{K} = 0.$$

Nous ne pouvons donc, au sein du milieu considéré, observer d'onde persistante qui soit du second ordre par rapport aux composantes de la vitesse, à moins qu'elle ne sépare constamment les deux mêmes parties du milieu.

» La démonstration précédente s'étend sans peine aux ondes qui sont, par rapport aux composantes de la vitesse, d'ordre supérieur à 2; si nous en rapprochons les résultats obtenus dans notre précédente Communication, nous pouvons énoncer la proposition extrêmement générale que voici :

» *Au sein d'un milieu vitreux, affecté de viscosité et animé de mouvements quelconques, une onde persistante sépare constamment les deux mêmes parties du milieu. Si une telle onde est d'ordre* n ($n \geqq 1$) *par rapport aux composantes* u, v, w *de la vitesse, elle est d'ordre* $(n-1)$ *par rapport à la densité* ρ *et aux grandeurs* N_i, T_i. *Par rapport à la température* T, *elle est d'ordre* n *si le milieu est bon conducteur de la chaleur et d'ordre* $(n-1)$ *si le milieu est dénué de conductibilité.*

» La condition imposée au milieu, d'être *vitreux*, introduit dans les formules certaines simplifications et certaines symétries; pour établir la proposition précédente, nous n'avons pas eu à faire usage de ces simplifications ni de ces symétries; nous nous sommes servi seulement de ce lemme, que *la fonction dissipative* $\mathfrak{L}$ *est une forme quadratique définie positive des* Δ'_i, Γ'_i; or, *ce lemme est vrai aussi bien pour les milieux cristallisés que pour les milieux vitreux.*

» Donc, *la proposition précédente s'applique à tous les milieux visqueux sans exception, qu'ils soient vitreux ou cristallisés, solides ou fluides;* elle constitue un théorème de Mécanique d'une grande généralité. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques propriétés physiques du triméthylcarbinol.* Note de M. DE FORCRAND.

« Les échantillons commerciaux de triméthylcarbinol pur peuvent être amenés facilement au point de fusion de $+23°,7$ par des cristallisations successives. Pour l'avoir tout à fait anhydre, il est indispensable de le distiller incomplètement en présence de $\frac{1}{50}$ de son poids de sodium. Le point de fusion est alors de $+25°,45$. Il bout à $+82°,8$ (corrigé) sous la pression

de $761^{mm},4$. Par sublimation très lente dans des vases à moitié remplis, il se sépare souvent d'assez gros cristaux, dérivés d'un prisme orthorhombique aplati avec modifications h^1; l'un d'eux, nourri pendant plusieurs jours, avait un volume voisin de 1^{cm^3}. Mais ils absorbent très rapidement l'humidité atmosphérique, ce qui, joint au point de fusion peu élevé, s'oppose à toute détermination cristallographique.

» J'ai déjà fait connaître précédemment [1] la chaleur de dissolution de cet alcool dans l'eau, vers $+15°$, soit $+3^{Cal},23$ pour l'état solide, nombre que j'ai vérifié de nouveau; un échantillon solidifié depuis trois semaines m'a donné $+3^{Cal},15$ à $+16°$.

» Pour obtenir la chaleur de solidification de ce composé, j'ai procédé suivant la méthode classique, en immergeant dans l'eau du calorimètre vers 14° un flacon contenant un poids connu de triméthylcarbinol, et après l'avoir porté, dans trois expériences distinctes, aux températures suivantes :

(A) $-21°,5$ corps solide, maintenu pendant 4 heures à cette température,
(B) $+26°,0$ corps liquide, au voisinage de la température de fusion,
(C) $+44°,8$ corps liquide.

» De ces trois expériences, on déduit :

La chaleur spécifique à l'état liquide :	$Cl = 0,722$, de $+25°,45$ à $+44°,80$
La chaleur spécifique à l'état solide :	$Cs = 0,580$, de $-21°,50$ à $+14°$
La chaleur de solidification pour 1^g :	$s = 0^{Cal},020978$
La chaleur de solidification moléculaire :	$S = 1^{Cal},552$

» Ici la valeur trouvée pour Cs est nettement inférieure à celle de Cl, ce qui indique que les cristaux en se formant ne retiennent pas une fraction notable de leur chaleur de fusion; cependant la différence n'est pas très grande et l'on pourrait se demander si l'état définitif du corps solide est immédiatement atteint. Pour le savoir, j'ai répété l'expérience (A) seule plusieurs fois sur le même échantillon, conservé solide pendant plusieurs semaines. J'ai obtenu ainsi :

Au bout de 4 heures................	$Cs = 0,580$
» 25 jours................	» $= 0,562$
» 42 jours................	» $= 0,557$

» Dans une autre série d'essais analogues, j'ai trouvé :

Après 2 jours......................	$Cs = 0,579$
» 6 jours......................	» $= 0,560$

» Ces résultats semblent bien indiquer que la chaleur spécifique diminue

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, 1892, p. 1062.

avec le temps, mais d'une quantité très faible. Dans l'état définitif, Cs aurait une valeur voisine de 0,560. Mais la différence dépasse à peine les erreurs d'expériences, et la correction qui en résulterait ne pourrait augmenter la valeur de S que de $\frac{1}{100}$ au plus. Elle est donc à peu près négligeable.

» Pour obtenir la chaleur de volatilisation L, j'ai opéré par deux méthodes :

» D'abord par le procédé et l'appareil connus de M. Berthelot, qui, dans ce cas particulier, doivent donner L + S. Il faut, en outre, prendre certaines précautions et modifier la forme du récipient pour éviter l'obstruction des tubes.

» Mais l'expérience est alors très longue (plus d'une heure), parce que la cristallisation de l'alcool condensé est lente. Il en résulte des corrections importantes et incertaines et, par suite, des doutes sur le résultat que l'on ne peut considérer que comme une première approximation. J'ai trouvé ainsi

$$L + S = 11^{Cal},484,$$

ce qui donnerait

$$L = 11,484 - 1,552 = 9^{Cal},932,$$

soit, pour la relation de Trouton,

$$\frac{L}{T} = \frac{9932}{355,8} = 27,91$$

et, pour ma relation,

$$\frac{L + S}{T} = \frac{11484}{355,8} = 32,27.$$

» Pour avoir un résultat plus exact, j'ai répété l'expérience précédente en supprimant le récipient, et conduisant directement les vapeurs dans l'eau du calorimètre. J'ai obtenu ainsi :

$$+ 14^{Cal},208 \text{ pour } 1^{mol},$$

et comme l'alcool solide dégage, en se dissolvant dans l'eau, à la même température, $+ 3^{Cal},230$, la différence

$$+ 14,208 - 3,230 = + 10^{Cal},978$$

donne la valeur de L + S.

» On a alors

$$\frac{L + S}{T} = \frac{10978}{355,8} = 30,85,$$

ce qui vérifie bien ma relation générale.

» On obtiendra encore :

$$L = 10,978 - 1,552 = 9^{Cal},426$$

et

$$\frac{L}{T} = \frac{9426}{355,8} = 22,49 \text{ (relation de Trouton)}.$$

» Ce dernier nombre est tout à fait voisin de ceux qui ont été trouvés par M. Louguinine ([1]) pour les différents alcools de la série grasse :

Éthylique	$\frac{L}{T} = 26,39$
Propylique	26,09
Isopropylique	26,50
Butylique normal	26,16
Isobutylique	$\frac{L}{T} = 26,12$

et indique une polymérisation des molécules liquides.

» En résumé, on doit adopter, pour le triméthylcarbinol :

Cl	0,722, de $+25°,45$ à $+44°,80$	
Cs	0,560, de $-21°,50$ à $+14°$	
s	$0^{Cal},020978$	à $+25°,45$
S	$1^{Cal},552$	à $+25°,45$
L	$9^{Cal},426$	à $+82°,80$

» Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer combien ces deux derniers nombres sont voisins de ceux que fournit l'eau : $S = 1^{Cal},430$ et $L = 9^{Cal},660$. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur l'acide glycuronique du sang.* Note de MM. R. Lépine et Boulud.

« L'acide glycuronique, généralement en très forte proportion dans le sang du chien (*Comptes rendus*, 15 juillet et 4 novembre 1901, 17 février et 21 juillet 1902), paraît n'exister que dans les globules et non dans le plasma (obtenu en recevant le sang, au sortir du vaisseau, dans une solution de fluorure de sodium). Si le sang est défibriné par le battage, on en trouve aussi dans le sérum.

» Voici une expérience montrant la présence d'acide glycuronique exclusivement dans les globules :

» On reçoit, dans 200^{cm^3} d'eau salée fluorée, 200^{g} de sang d'un chien ayant été légèrement asphyxié par la compression des narines. Après centrifugation, on a obtenu 280^{cm^3} de plasma (étendu d'eau), dont l'extrait ramené au volume a un pouvoir

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XIII, 1898, p. 289.

rotatoire de $+0°,4$ et un pouvoir réducteur (évalué en glucose) de $0^{g},84$ pour 1000^{g}. En fait, ce plasma renferme exclusivement du glucose; car les pouvoirs rotatoire et réducteur concordent et, de plus, une portion de l'extrait ayant été chauffée en présence d'un acide, on a obtenu le même chiffre (0,84). Nous trouvons, au contraire, pour l'extrait des globules, les valeurs suivantes :

Pouvoir rotatoire........................	1°
Pouvoir réducteur	$0^{g},66$

» Pas de réaction de Seliwanoff.

» Cette forte déviation *à gauche* montre qu'il existe dans les globules beaucoup d'acide glycuronique. Il est probable qu'il s'y trouvait aussi du glucose; car les globules, n'ayant pas été lavés, ont dû retenir du plasma; mais nous ne pouvons être certains de la présence de ce sucre, parce que nous ignorons le pouvoir rotatoire de la conjugaison existant dans ce cas. Après le chauffage en milieu acide, le pouvoir réducteur a augmenté, ce qui prouve la présence d'une conjugaison particulière d'acide glycuronique ne réduisant pas les sels de cuivre avant d'avoir été hydrolysé.

» Si, pour hydrolyser cet acide glycuronique non spontanément réducteur, on a recours à l'acide chlorhydrique, il arrivera souvent que la méthode de la réduction donnera un chiffre inférieur à celui qu'on avait obtenu avant le chauffage, parce que l'acide chlorhydrique, employé même avec précaution, détruit souvent en partie l'acide glycuronique. Aussi recommandons-nous de chauffer l'extrait de sang en tube scellé, à 120°, avec une solution concentrée d'acide tartrique. En suivant ce procédé, on trouvera sept fois sur dix le deuxième chiffre notablement supérieur au premier; parfois il sera égal; exceptionnellement il sera inférieur.

» Chez le chien nourri de viande, à jeun depuis 15 heures, cet acide glycuronique non spontanément réducteur est en proportion plus forte dans le sang du cœur droit que dans celui de la carotide. Ce fait nous est prouvé par six expériences faites de la manière suivante :

» Sur un gros chien nous mettons une canule dans la carotide et nous introduisons par la jugulaire droite, dans le ventricule, un tube de verre dont la lumière est exactement remplie par un mandrin. Il importe de dépasser l'oreillette, afin d'opérer sur le sang bien mélangé des deux veines caves. Quand l'extrémité de la sonde a buté contre la paroi ventriculaire, on retire le mandrin et on laisse tomber le sang dans une solution de fluorure de sodium; puis, quelques secondes après, on fait tomber, exactement avec la même vitesse, le sang carotidien dans une solution semblable, et l'on termine quelques secondes plus tard, afin de tenir compte du temps que met le sang à traverser le poumon. Cette correction au synchronisme des deux prises de sang a son utilité, parce que le frottement de la sonde sur l'endocarde du ventricule droit peut produire des réflexes modifiant la glycogénie hépatique.

» Voici, comme exemple, une de nos six expériences :

	Pouvoir réducteur. En glucose.	Pouvoir réducteur. Après chauffage avec l'acide tartrique.
Sang du ventricule droit........	0g,90	1g,00
Sang de la carotide............	0g,80	0g,84

» Ainsi, en employant la méthode ordinaire de dosage, on trouve que le sang, pendant son passage du ventricule droit au cœur gauche, perd 0g,10 de matières sucrées, tandis que si l'on hydrolyse l'acide glycuronique, on reconnaît que la perte est en réalité de 0g,16.

» Nous avons d'ailleurs rencontré des cas où la proportion d'acide glycuronique non spontanément réducteur n'était pas plus forte dans le cœur droit (1); chez un chien en parfaite santé, elle était si considérable dans le sang carotidien que l'extrait de ce sang, avant le chauffage avec l'acide tartrique, n'avait presque pas de pouvoir réducteur. Après l'hydrolysation de l'acide glycuronique, le pouvoir réducteur de ce sang était normal.

» Il ne nous semble pas d'ailleurs qu'il y ait lieu de faire une distinction radicale entre l'acide glycuronique spontanément réducteur et celui qui ne l'est pas. Quelle que soit la conjugaison dans laquelle il est engagé, l'acide glycuronique subit dans le sang de notables variations de quantité, alors même que les conditions de l'animal ont peu changé, en apparence. On comprend ses variations si l'on songe que ses origines sont multiples, et qu'il est souvent une étape précédant immédiatement la destruction de la molécule de sucre. »

GÉOLOGIE. — *Sur les anciennes lignes de rivage pliocènes et quaternaires sur les côtes françaises de la Méditerranée.* Note de M. **Ch. Depéret.**

« Les magistrales synthèses de M. Suess ont montré l'importance des mouvements d'abaissement et d'élévation (*négatifs* et *positifs*) de la surface

(1) Nous avons notamment observé cette particularité chez un chien dont les nerfs du pancréas avaient été faradisés quelques heures auparavant. Dans un autre cas le chien était à l'état normal. Enfin nous avons rencontré un cas où la somme des matières sucrées était plus élevée dans la carotide. Comme nous sommes sûrs de nos dosages, il est probable que nous avions récolté surtout du sang de veine cave supérieure.

marine dans les temps géologiques. L'illustre géologue de Vienne s'est attaché à distinguer ces *mouvements eustatiques* propres à la mer des mouvements plus localisés, mais aussi plus intenses, dus à la déformation des continents ou au volcanisme.

» Dans le même ordre d'idées, mon savant ami, le général de Lamothe, en faisant connaître récemment des faits de déplacements verticaux des rivages algériens à l'embouchure de l'Isser, a tenté de mettre en relation ces *changements du niveau de base* avec les phénomènes de creusement des vallées et la formation des terrasses fluviales, trop exclusivement attribués par l'école glaciériste à de simples faits de recul ou d'avancement des glaciers.

» Il serait superflu d'insister sur l'intérêt des problèmes dont la solution dépend de l'étude détaillée des *anciennes lignes de rivage*, en particulier de celles qui appartiennent aux dernières périodes géologiques, postérieures à la dernière grande phase des plissements alpins.

» Quelques mots sont nécessaires pour préciser la méthode d'observation, qui présente quelques difficultés.

» Il faut, en effet, faire abstraction, pour les mesures altimétriques des anciens rivages, des régions à sol mobile, affectées par des *plissements* ou des *soulèvements* récents : telles les contrées de l'est de la Sicile et du sud de l'Italie, dont les dépôts marins quaternaires sont emportés jusqu'à près de 1000^m sur les flancs de l'Aspromonte; telles aussi les régions alpines, en ce qui concerne les rivages du Pliocène ancien.

» Mais il faut aussi laisser de côté les régions d'*affaissement récent*, qui coïncident en général avec les larges bassins sédimentaires, dont les dépôts ont éprouvé un abaissement lent et continu, d'assez large rayon pour échapper à l'œil, mais assez intense pour *déformer* l'horizontalité primitive de la ligne de rivage d'une même époque.

» On ne peut accorder de confiance qu'aux mesures prises le long des côtes d'ancienne consolidation, que leur histoire géologique nous apprend avoir été douées du privilège d'une longue stabilité. Encore ne faut-il pas s'adresser à des dépôts de *facies* quelconque, mais seulement aux formations franchement littorales : plages sableuses, plates-formes rocheuses littorales, anciennes falaises avec leurs conglomérats bréchoïdes et le cortège biologique spécial qui les accompagne.

» C'est en raison de ces difficultés et du peu de rigueur de la méthode adoptée par les géologues qui ont étudié ces formations récentes, que l'histoire des changements de rivage de la Méditerranée doit d'être encore

assez confuse à l'heure actuelle et mériterait d'être reprise avec une méthode plus précise.

» Aucune étude de cette nature n'a été jusqu'ici tentée, faute de documents, sur les côtes françaises de la Méditerranée. Je me propose de donner ici un premier essai de l'histoire des changements de niveau de cette mer depuis l'époque pliocène jusqu'à l'époque actuelle. J'utiliserai pour cette étude quelques observations personnelles, mais surtout des documents nouveaux et importants recueillis sur la côte de Nice par MM. de Riaz, Caziot, Guébhard et Ambayrac, qui ont bien voulu me les communiquer, et auxquels je me fais un plaisir d'adresser mes remercîments. J'exposerai les faits en allant du Pliocène vers les temps actuels.

» I. PLIOCÈNE ANCIEN (*Plaisancien-Astien*). — La ligne de rivage de cette époque est difficile à mesurer sur la côte niçoise où les dépôts marins pliocènes ont été relevés jusqu'à plus de 350^m par un dernier effort des plissements alpins. Le fait est général sur toute la rive gauche du grand *fiord pliocène du Rhône*, dont les dépôts atteignent jusqu'à 400^m d'altitude près de Nyons. Les observations sont bien plus concluantes sur la rive droite du même golfe, le long du Plateau central, du Languedoc jusqu'aux Pyrénées. En Roussillon, j'ai suivi la ligne de rivage des sables pliocènes à l'altitude de 168^m-172^m le long des falaises granitiques ou schisteuses de la rive gauche de la Têt. A Roquemaure (Gard), comme l'a bien décrit M. Caziot, une falaise de calcaire urgonien présente des traces de la mer pliocène jusqu'à l'altitude de 175^m : plus bas se montrent trois corniches parallèles taillées par les vagues, aux altitudes respectives de 145^m, 114^m et 80^m, indiquant un abaissement progressif du niveau de la mer. A Loire (Rhône), les couches estuariennes à *Syndosmia*, déposées sous une très faible couche d'eau, sont à l'altitude de 168^m. Ces observations concordantes sur 400^{km} de longueur nous permettent de fixer à 170^m-175^m le niveau de la Méditerranée à l'époque du Pliocène ancien. Il serait à désirer que des observations analogues fussent continuées sur d'autres points du pourtour de cette mer.

» II. PLIOCÈNE RÉCENT. — Le Pliocène supérieur correspond à un abaissement notable des lignes de rivage de la Méditerranée jusqu'à l'altitude d'environ 60^m. Entre Nice et Villefranche, sur la côte est du mont Alban, on observe à cette altitude un conglomérat de blocs de falaise, en partie cimentés; les interstices des blocs renferment de nombreux fossiles, où dominent les Balanes et le *Mytilus gallo-provincialis*, formes littorales associées à des coquilles de zones plus profondes de la mer : *Argiope decollata, Lima squamosa, Pecten pesfelis*, ramenées par les vagues à l'état de coquilles mortes. Cette faune ne comprend que des espèces actuelles, mais les deux dernières sont des variétés de très grande taille, dénotant une mer à température probablement plus élevée que la mer actuelle.

» Un peu à l'est de ce gisement, vers la pointe Cabuel, une ligne de rochers perforés par les lithophages se montre à l'altitude de 52^m et doit appartenir au rivage de la même époque.

» Je crois pouvoir paralléliser ces dépôts avec les couches *siciliennes* de Palerme,

qui forment autour du Monte Pellegrino une ceinture littorale à l'altitude de 50^m-60^m.

» III. Quaternaire ancien. — Un nouvel abaissement des lignes de rivage se produit au début des temps quaternaires et amène la Méditerranée à l'altitude d'environ 25^m.

» A la base occidentale de la péninsule de Saint-Hospice existe un dépôt d'ancienne plage sableuse, déjà signalé par Risso. Il contient une riche faune de Mollusques, en grande partie formée d'espèces actuelles de la Méditerranée, mais auxquelles s'ajoutent deux espèces éteintes, le *Strombus mediterraneus* et un grand *Conus*, très voisin du *C. Mercati* du Pliocène ancien. On retrouve ce même horizon à grands *Strombus*, un peu plus à l'est, dans une ancienne grotte marine au-dessous du tunnel de Mala.

» L'horizon à *Strombus mediterraneus* est connu sur une foule de points de la Méditerranée : à l'île Pianosa, à Livourne, à l'île Majorque, en Calabre, à Tarente, en Algérie, en Tunisie, à Chypre, à Rhodes, etc. et, d'une manière au moins très générale, les plages de cette époque ne dépassent pas l'altitude de 25^m-30^m au-dessus du rivage actuel. Leur âge quaternaire ancien a été bien établi en Algérie par Pomel qui y a signalé en plusieurs points un éléphant (*E. jolensis*) extrêmement voisin (sinon identique) de l'*E. antiquus*.

» IV. Quaternaire récent. — Enfin un dernier mouvement négatif abaisse le niveau de la mer jusqu'à 4^m-5^m au-dessus du niveau actuel. A la pointe de Pierre-Formigue près Beaulieu, un calcaire sableux contient, à quelques mètres au-dessus du rivage, une belle faune composée surtout de petites espèces, toutes de la faune actuelle. J'ai retrouvé sur les rochers de la Corniche de Cette, à l'altitude maximum de 4^m, une ligne de perforations de Mollusques lithophages qui doit appartenir à la même époque.

» Ainsi, nous observons, sur les côtes françaises de la Méditerranée, l'indication de quatre lignes de rivages distinctes échelonnées à des hauteurs décroissantes :

» 1° Le rivage du Pliocène ancien à l'altitude de 170^m-175^m;

» 2° Le rivage du Pliocène récent à l'altitude de 60^m;

» 3° Le rivage du Quaternaire ancien à l'altitude de 25^m;

» 4° Le rivage du Quaternaire récent à l'altitude de 4^m-5^m.

» Il est évident qu'il ne peut s'agir ici d'une simple série de mouvements négatifs ayant abaissé le niveau de la mer, successivement jusqu'à ces différentes altitudes. Il est au contraire certain que ces lignes de rivage correspondent à des *maxima positifs* d'intensité décroissante, séparés par des *minima négatifs* de plus en plus intenses, dont les traces sont cachées sous les eaux actuelles. Mais il n'en est pas moins vrai que les points de repère que nous fournissent ces lignes positives semblent se présenter avec assez de constance sur des points éloignés des rivages méditerranéens pour écarter entièrement l'idée d'en rechercher la cause dans les mouvements propres de la terre ferme et pour nous faire accepter, avec M. Suess, l'hypothèse de mouvements d'ensemble de la surface marine,

sous l'influence de causes générales, en tête desquelles il faut placer sans doute les phénomènes d'effondrements partiels de compartiments de la lithosphère sous-marine. »

M. **Edmond Perrier**, en présentant à l'Académie le sixième fascicule de son *Traité de Zoologie*, s'exprime comme il suit :

« Ce sixième fascicule porte à 2726 le nombre des pages actuellement publiées de l'Ouvrage; il traite de l'anatomie, de l'embryogénie et de la classification des Poissons. L'histoire des Poissons, étant la clef de celle des Vertébrés, devait être exposée d'une manière d'autant plus complète que très peu d'Ouvrages l'ont développée avec l'ampleur qu'elle mérite et que leur anatomie comme leur embryogénie comparées sont particulièrement suggestives. L'auteur s'est particulièrement attaché à suivre toutes les étapes de l'apparition et du développement des systèmes et des appareils. L'apparition et les transformations diverses du squelette dermique, la constitution du squelette cartilagineux, la substitution, à ce squelette, d'un squelette osseux combiné à divers degrés avec le squelette dermique, la constitution graduelle des membres ont été l'objet d'un examen détaillé; la formation, aux dépens de l'appareil musculaire primitivement métamérique des Cyclostomes, de l'appareil compliqué des muscles des diverses parties mobiles du corps; la constitution graduelle de l'appareil circulatoire et de l'appareil rénal, ont été de même suivies pas à pas et l'embryogénie a été développée non seulement de manière à corroborer les données de l'anatomie comparée relativement à la constitution fondamentalement métamériqne du corps des Vertébrés, mais aussi à asseoir les bases de l'embryogénie générale des Vertébrés. La classification a été établie d'après les travaux de Gunther, Vaillant, Goode et Bean, Jordan, etc.; elle comprend les diagnoses comparatives de la plupart des genres actuellement connus, y compris ceux qui vivent aux grandes profondeurs. »

M. **Yves Delage** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de la deuxième édition de son Livre sur l'*Hérédité et les grands problèmes de la Biologie générale*. Il rappelle qu'il a eu pour but, en l'écrivant, de donner un exposé de l'état de la Science sur toutes les questions générales de la Biologie, et en particulier sur l'Hérédité. Cet Ouvrage peut être considéré comme résumant en un premier Volume les questions dont un périodique,

l'*Année biologique*, fait connaître les progrès annuels. La présente édition diffère de la précédente en particulier par des additions sous forme de renvois à l'*Année biologique*, permettant sur chaque question de se mettre au courant de tout ce qui a été fait d'important jusqu'à ce jour. La quatrième et dernière Partie de l'Ouvrage expose la théorie personnelle de l'auteur, dite des *Causes actuelles*.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Bordin (Sciences physiques) pour 1903. — MM. Guignard, Bornet, Van Tieghem, Bonnier, Prillieux.

Commission chargée de juger le concours du prix Desmazières pour 1903. — MM. Bornet, Guignard, Van Tieghem, Bonnier, Prillieux.

Commission chargée de juger le concours du prix Montagne pour 1903. — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller.

Commission chargée de juger le concours du prix Thore pour 1903. — MM. Bornet, Guignard, Van Tieghem, Prillieux, Bonnier.

Commission chargée de juger le concours du prix Bigot de Morogues pour 1903. — MM. Müntz, Schlœsing, Chauveau, Schlœsing fils, Roux.

Commission chargée de juger le concours du prix Savigny pour 1903. — MM. Perrier, Giard, Bouvier, Delage, Chatin, Grandidier.

Commission chargée de juger le concours du prix Da Gama Machado pour 1903. — MM. Perrier, Giard, Delage, Bouvier, Chatin.

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) pour 1903. — MM. Marey, Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Roux, Brouardel, Labbé.

Commission chargée de juger le concours du prix Barbier pour 1903. — MM. Bouchard, Lannelongue, Guignard, Laveran, Guyon.

Commission chargée de juger le concours du prix Bréant pour 1903. — MM. Marey, Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran.

CORRESPONDANCE.

M. **Nœther**, nommé Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure portant pour titre : « Bernhard Riemann's gesammelte mathematische Werke. Nachträge, herausgegeben von *M. Nœther und W. Wirtinger.* » (Adressée par M. Nœther.

ASTRONOMIE. — *Perturbations séculaires.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Lœwy.

« Soient r et a le rayon vecteur et la distance moyenne au Soleil, ou demi-grand axe, d'une petite planète de moyen mouvement n; n' le moyen mouvement de Jupiter, planète perturbatrice; k un nombre commensurable.

» Posons

$$\frac{n}{n-n'} = k + \varepsilon, \qquad r = \frac{a}{1+\rho}.$$

» Dans le *problème restreint*, ou problème plan, qui nous occupe, les équations différentielles du mouvement se réduisent à *deux* et l'on peut ramener la question à intégrer, par approximations successives, une équation du second ordre en ρ, fonction de l'élongation θ de la petite planète par rapport à Jupiter; la quantité ε, assez petite, généralement d'ordre supérieur à ρ, figure l'écart avec une relation de commensurabilité précise.

» La première *équation réduite* nous donne l'approximation

$$\rho = p\cos k\theta + q\sin k\theta,$$

p et q étant deux constantes qui définissent l'excentricité et la position du périhélie; et les quatre paramètres k, ε, p, q sont précisément ceux que nous avons conservés jusqu'au bout de nos calculs sans les expliciter. La quantité ρ qu'il s'agit d'étudier est de l'ordre de l'excentricité et sa connaissance permettra d'avoir les variations du rayon vecteur r, tandis que k et ε vont faire intervenir l'effet et le voisinage des *lacunes,* c'est-à-dire ce qui nous importe pour la distribution générale des astéroïdes dans l'anneau.

K.	a.	$10^7 N_0$.	$10^{10} N_1$.	$10^9 N_{-1}$.	$10^9 N_2$.	$10^9 N_{-2}$.	$10^9 N_3$.	$10^7 N_{-3}$.
11 : 3......	4,206	−641 629	+373 780	+1 276 930	−1 267 090	+4 407 500	−4 459 330	+ 96 600
7 : 2......	4,156	−567 038	− 80 798	981 425	−1 183 730	3 674 670	−4 546 230	94 274
10 : 3......	4,100	−483 256	+158 207	772 633	− 986 300	2 903 500	−4 893 750	97 385
13 : 4......	4,070	−437 110	128 440	661 183	− 877 925	2 495 960	−5 414 870	105 253
3......	3,969							$10^8 N_{-3}$.
11 : 4......	3,845	−245 736	−341 488	− 181 070	− 496 156	+1 134 380	+1 579 900	−270 856
8 : 3......	3,802	−217 900	−278 287	148 123	− 437 920	985 800	924 740	−155 150
13 : 5......	3,763	−197 695	−213 370	120 425	− 411 530	885 160	628 357	−103 630
5 : 2......	3,700	−165 484	−182 484	91 636	− 359 090	741 280	353 688	− 56 836
12 : 5......	3,631	−144 347	−150 160	69 402	− 336 040	665 933	213 485	− 33 423
7 : 3......	3,582	−127 726	−127 880	55 487	− 319 970	615 657	148 980	− 22 919
9 : 4......	3,515	−109 490	−103 686	41 579	− 316 220	589 386	114 958	− 17 770
11 : 5......	3,472	− 99 340	− 91 080	34 553	− 326 860	597 000	72 342	− 10 744
13 : 6......	3,442	− 92 888	− 82 928	30 417	− 352 000	619 814	60 363	− 8 858
15 : 7......	3,421	− 88 436	− 77 840	27 863	− 367 378	655 514	52 474	− 7 673
2......	3,277			$10^{10} N_{-1}$.	$10^{10} N_2$.	$10^{10} N_{-2}$.	$10^{10} N_3$.	$10^{10} N_{-3}$.
17 : 9......	3,147	− 49 131	− 32 868	+ 92 566	+1 812 250	−2 931 200	+ 114 883	−157 554
15 : 8......	3,129	− 47 407	− 31 289	86 186	1 227 155	−1 962 850	104 295	−142 403
13 : 7......	3,106	− 45 215	− 29 186	78 600	954 525	−1 514 400	92 330	−125 383
11 : 6......	3,075	− 42 389	− 26 485	69 352	717 933	−1 127 780	78 072	−104 565
9 : 5......	3,029	− 38 497	− 22 863	57 718	493 675	− 764 750	61 491	− 78 347
16 : 9......	2,997	− 36 208	− 21 139	51 391	391 090	− 600 187	52 373	− 69 584
7 : 4......	2,956	− 33 336	− 18 193	43 592	293 160	− 446 360	42 575	− 56 131
19 : 11......	2,922	− 31 094	− 16 303	38 107	233 560	− 350 860	35 747	− 46 829
12 : 7......	2,901	− 29 859	− 15 241	35 230	205 275	− 306 667	32 292	− 42 148
17 : 10......	2,879	− 28 531	− 14 162	32 272	178 128	− 264 480	28 813	− 37 465
5 : 3......	2,824	− 25 573	− 11 840	26 108	128 090	− 187 480	21 935	− 28 246
18 : 11......	2,771	− 23 033	− 9 964	21 329	94 765	− 136 900	16 929	− 21 612
13 : 8......	2,751	− 22 157	− 9 335	19 762	84 726	− 124 011	15 346	− 19 536
21 : 13......	2,733	− 21 435	− 8 812	18 505	77 050	− 110 290	14 075	− 17 901
8 : 5......	2,705	− 20 217	− 8 013	16 555	65 823	− 93 582	12 247	− 15 470
19 : 12......	2,673	− 19 031	− 7 231	14 694	55 670	− 78 565	10 542	− 13 350
11 : 7......	2,650	− 18 192	− 6 698	13 456	49 283	− 69 187	9 402	− 11 777
14 : 9......	2,618	− 17 199	− 6 035	11 938	41 832	− 58 313	8 973	− 10 067
17 : 11......	2,598	− 16 440	− 5 637	11 042	37 639	− 52 229	7 312	− 9 089
20 : 13......	2,583	− 15 985	− 5 372	10 452	34 967	− 48 365	6 821	− 8 462
23 : 15......	2,572	− 15 656	− 5 187	10 039	33 109	− 45 691	6 477	− 8 032
3 : 2......	2,500	− 13 819	− 4 138	7 751	23 447	− 31 869	6 660	− 5 716
25 : 17......	2,433	− 11 966	− 3 255	5 922	16 630	− 22 299	3 325	− 4 032
22 : 15......	2,424	− 11 755	− 3 156	5 720	15 903	− 21 285	3 182	− 3 862
19 : 13......	2,412	− 11 482	− 3 027	5 459	14 990	− 20 015	3 001	− 3 637
16 : 11......	2,395	− 10 865	− 2 786	5 007	13 512	− 17 982	2 711	− 3 280
13 : 9......	2,371	− 10 603	− 2 631	4 664	12 281	− 16 267	2 462	− 2 967
23 : 16......	2,353	− 10 239	− 2 478	4 362	11 291	− 14 905	2 263	− 2 722
10 : 7......	2,331	− 9 821	− 2 299	4 011	10 159	− 13 354	2 034	− 2 439
17 : 12......	2,300	− 9 256	− 2 070	3 569	8 782	− 11 479	1 757	− 2 099
7 : 5......	2,256	− 8 502	− 1 779	3 015	7 132	− 9 247	1 433	− 1 697
18 : 13......	2,214	− 7 838	− 1 534	2 566	5 850	− 7 528	1 161	− 1 373
11 : 8......	2,187	− 7 444	− 1 401	2 314	5 158	− 6 606	1 020	− 1 202
15 : 11......	2,155	− 6 984	− 1 250	2 040	4 431	− 5 635	871	− 1 022
19 : 14......	2,136	− 6 732	− 1 170	1 896	4 049	− 5 140	795	− 931
23 : 17......	2,123	− 6 573	− 1 120	1 808	3 822	− 4 841	748	− 875
31 : 23......	2,108	− 6 393	− 1 060	1 792	3 558	− 4 494	694	− 811

» Mais le rayon vecteur ne subit pas de variations considérables, et la planète ondule toujours légèrement autour de son orbite elliptique, de sorte que, pour rendre ces perturbations immédiatement appréciables, pour en faciliter la représentation, il est préférable de calculer les valeurs de

$$R = 1 - \frac{r}{a} = \rho - \rho^2 + \rho^3 + \ldots;$$

R est alors une fonction de θ, angle qui varie sensiblement d'une manière proportionnelle au temps.

» Nous donnons ici les termes de R qui s'introduisent sous la forme séculaire, $\theta . N_n[p \sin(k+n)\theta + q \cos(k+n)\theta]$, termes essentiels pour obtenir la correction d'éphéméride d'une planète dans deux cas : 1° cas où une ou plusieurs oppositions intermédiaires ne furent pas observées; 2° certains cas de fortes excentricités.

ASTRONOMIE. — *La période des taches solaires et les variations des températures moyennes annuelles de la Terre.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. H. Poincaré.

» Depuis le Mémoire bien connu de Köppen [1], paru en 1873 et qui embrasse la période de 1830 à 1870, il n'a pas été publié de travail d'ensemble sur ce sujet.

» J'ai entrepris, sur le bienveillant conseil de M. H. Poincaré, de reprendre pour ces trente dernières années l'étude de cette question dont l'importance est capitale pour la Physique céleste et la Météorologie. Il résultait du travail de Köppen que la courbe des variations des températures moyennes annuelles n'affecte une allure régulière que dans les stations tropicales et que, pour les régions extérieures aux tropiques, cette courbe devient complètement irrégulière, de sorte qu'il n'est plus possible d'y reconnaître une allure périodique quelconque.

» Je n'ai donc utilisé que les résultats des stations tropicales. Mais comme c'est surtout dans ces trente dernières années que les observations météorologiques se sont partout répandues et systématisées, j'ai pu utiliser des matériaux beaucoup plus étendus et plus sûrs que ceux dont disposait Köppen : En effet, d'une part, tandis que Köppen ne possédait que des

(1) *Zeitschrift der Oesterr. Gesellschaft für Meteorologie,* t. VIII, 1873.

observations des Indes, des Antilles et de l'Amérique tropicale, j'ai pu employer celles d'un plus grand nombre de stations réparties sur tout le tour du globe, de sorte que le résultat obtenu peut réellement être considéré comme représentant l'état moyen de toute la portion de la Terre comprise entre les Tropiques; d'autre part, j'ai eu à ma disposition des séries d'observations plus longues en général pour chaque station que celles que possédait Köppen; et tandis que celui-ci avait été obligé d'utiliser certaines séries ne comprenant que 6 ans d'observations (ce qui pouvait être la source de diverses erreurs) j'ai pu éliminer toutes les séries qui ne comprenaient pas au moins 11 années d'observations, c'est-à-dire la valeur moyenne d'une période complète de taches solaires.

» Les stations dont j'ai utilisé toutes les observations publiées depuis 1870 sont les suivantes, par ordre de longitudes Est croissantes (à partir de Paris) :

» Maurice; îles Rodrigues; Bombay; Batavia; Zi-Ka-Weï; Hong-Kong; Manille; la Havane; la Jamaïque; la Trinité; Port-au-Prince; Récife de Pernambuco; Sierra-Leone.

» Le Tableau suivant synthétise les résultats obtenus; la colonne A contient, pour chaque année, la moyenne générale des déviations par rapport à la normale, de l'ensemble de toutes les stations; on a calculé cette série de moyennes en donnant le coefficient 2 aux observations de Bombay, Batavia, Zi-Ka-Weï, Hong-Kong, Manille, dont les données résultent d'un plus grand nombre d'observations journalières et s'étendent sur un plus grand nombre d'années que pour les autres stations; on a donné à celles-ci le coefficient 1. Les nombres de la colonne B (calculés pour donner une allure plus homogène à la courbe des variations et éliminer autant que possible les irrégularités secondaires de cette courbe) sont calculés de la façon suivante : chaque nombre de cette colonne est égal à la moyenne du nombre correspondant de la colonne A et de la demi-somme du nombre qui précède celui-ci et de celui qui le suit. Enfin la colonne *Taches solaires* contient en regard pour chaque année les nombres relatifs des taches (nombres de Wolf). Les nombres des colonnes A et B expriment des centièmes de degré centigrade).

Années.	A.	B.	Taches solaires.
1870	−29	−22 min.	139 max.
1871	− 9	−14	111
1872	− 8	− 7	101
1873	− 4	− 9	66
1874	−22	−13	44
1875	− 6	−12	17
1876	−13	− 5	21
1877	+13	+ 8	22
1878	+20	+13	3 min.
1879	0	+ 6	6

Années.	A.	B.	Taches solaires.
1880	+ 5	+11	32
1881	+33	+20 max.	54
1882	+ 3	+ 7	59
1883	− 9	−10	64 max.
1884	−27	−21 min.	63
1885	−20	−21	52
1886	−16	−17	25
1887	−16	− 5	13
1888	+26	+13	7
1889	+18	+15 max.	6 min.
1890	− 1	+ 6	7
1891	+10	+ 4	35
1892	− 1	− 5	73
1893	−27	−12 min.	84 max.
1894	+ 2	− 5	78
1895	+ 1	+ 7	64
1896	+25	+20	41
1897	+28	+25	26
1898	+19	+19	26
1899	+10	+18	12
1900	+33	+25 max.	9 min.

» Si l'on construit une courbe en prenant pour abscisses les années et pour ordonnées les nombres de la colonne B, et une autre de mêmes abscisses et en prenant pour ordonnées les nombres de la colonne *Taches solaires* et en portant ces ordonnées négativement, de façon à figurer l'inverse de la fréquence des taches solaires, on obtient deux courbes d'allures tout à fait parallèles. Une discussion plus détaillée des deux courbes ne fait que confirmer leur parallélisme qui apparaît jusque dans toutes leurs particularités : les limites de cette Note ne nous permettent pas de faire ici cette étude détaillée qui paraîtra prochainement dans un Mémoire contenant les détails de ce Travail (¹).

» Mais nous pouvons dès maintenant énoncer la conclusion suivante qui ressort immédiatement de l'examen du Tableau précédent :

» *La température terrestre moyenne subit une période sensiblement égale à*

(¹) Je me fais un devoir d'exprimer ici ma profonde gratitude à M. Mascart qui a bien voulu mettre à ma disposition pour cette recherche les ressources de la bibliothèque du Bureau central météorologique, et à M. Angot qui, avec une bienveillance à laquelle je suis heureux de rendre hommage, ne m'a pas ménagé ses conseils si autorisés en ces matières.

celle des taches solaires; l'effet des taches est de diminuer la température terrestre moyenne, c'est-à-dire que la courbe qui représente les variations de celle-ci est parallèle à la courbe inversée de la fréquence des taches solaires. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les lueurs crépusculaires observées à Bordeaux pendant l'hiver* 1902-1903. Note de M. **Esclangon**, présentée par M. Wolf.

« Dans une Note précédente (1) j'ai indiqué quelles circonstances particulières avaient accompagné l'apparition des lueurs crépusculaires observées à Bordeaux, fin octobre 1902. Ces lueurs, visibles le matin seulement après le 2 novembre, ont réapparu le soir dans la deuxième quinzaine de ce mois, et se sont montrées pour ainsi dire tout l'hiver, mais d'une façon intermittente jusqu'en avril. Leur intensité seule comparée à celle des premières apparitions avait beaucoup diminué.

» Elles ont été observées soigneusement chaque fois que l'état du ciel l'a permis, et plus de 60 observations ont été faites avec le concours de MM. Courty, Kromm et Godard. Les jours de beau temps où les crépuscules n'ont pas paru colorés sont de beaucoup les plus rares, mais l'allure toute capricieuse du phénomène n'en est pas moins remarquable; tantôt disparaissant brusquement après plusieurs jours d'apparitions consécutives pour revenir le lendemain, tantôt se montrant le matin et restant invisible le soir. Outre l'intensité tout exceptionnelle du début, les observations montrent deux ou trois recrudescences secondaires : fin décembre avec une intensité comparable à celle des premiers jours, fin janvier et vers le 20 mars.

» Une observation très attentive a permis de mettre en évidence deux faits importants.

» Tout d'abord la présence dans le ciel, *beau en apparence*, de cirrus extrêmement légers et transparents; les nuages n'étaient visibles ni le jour, ni la nuit, mais seulement pendant un espace de temps très court (5 à 10 minutes) à un certain moment du crépuscule; *colorés en roses*, très ténus et finement découpés, ils devenaient rapidement invisibles à mesure que l'éclairement diminuait; le ciel reprenant ensuite son bel aspect tout en restant fortement coloré. Les crépuscules colorés du matin présentaient des caractères analogues, mais dans un ordre inverse. A l'aurore le ciel parais-

(1) *Comptes rendus*, 17 novembre 1902.

sait lavé d'une belle teinte fondue, d'un rose jaunâtre; pendant quelques minutes on distinguait ensuite les nuages roses, et enfin la clarté du jour rendait ces derniers invisibles.

» Tous ces caractères ont été observés d'une façon à peu près constante. Il semble donc que ces nuages soient le véritable siège du phénomène.

» Un fait non moins important est la hauteur relativement faible des couches réfléchissantes. Des observations nombreuses ont été faites en vue d'obtenir cette hauteur. A cet effet, je déterminais, à des heures connues, les hauteurs au-dessus de l'horizon de la courbe limitant les régions illuminées; elles se mesuraient à 1° près environ, précision très suffisante, car la courbe limite se déplaçait rapidement, la détermination de l'heure prenant ainsi une importance prépondérante. Les hauteurs déduites concordent, à quelques kilomètres près, à condition de tenir compte, autant qu'il est possible, des réfractions horizontales; celles-ci agissant doublement sur les rayons touchant la sphère terrestre, en deçà et au delà de leurs points de contact. Si l'on néglige ces corrections, les hauteurs calculées sont de beaucoup trop considérables, atteignant des valeurs presque doubles des hauteurs corrigées.

» Les hauteurs obtenues pendant 5 mois d'observations varient de 7^{km} à 25^{km}, les plus grandes correspondant aux lueurs d'octobre; encore faut-il remarquer que, ces dernières ayant une grande intensité, il devait se produire des illuminations indirectes assez vives pour introduire une erreur notable dans le calcul qui donne ainsi un nombre trop fort. Les hauteurs relatives aux lueurs de novembre, décembre, janvier, février et mars se maintiennent aux environs de 10^{km}. A ces hauteurs, qui sont en réalité des limites supérieures, la présence de nuages aqueux (eau ou glace) n'est pas absolument invraisemblable.

» L'hypothèse de poussières répandues dans l'atmosphère paraît insuffisante pour rendre compte de toutes les particularités observées, surtout pour expliquer l'allure discontinue des apparitions. Tout au moins faudrait-il lui adjoindre la nécessité de circonstances météorologiques particulières, capables de favoriser la production du phénomène. Peut-être même les lueurs de 1902-1903 ne sont-elles que l'exagération d'un phénomène purement météorologique. Il est à noter que la pression barométrique a été cet hiver particulièrement élevée.

» Ajoutons que des lueurs analogues ont été observées dans les Alpes, en Suisse, et sans doute ailleurs. Elles indiquent un trouble manifeste dans la transparence de l'air. Des photographies de nébuleuses, faites à

l'observatoire de Bordeaux par M. Courty, n'ont pas donné les résultats obtenus dans les mêmes conditions, il y a quelques années. Enfin M. Dufour [1] a constaté cet hiver une diminution très sensible de la radiation solaire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction* Γ *et ses analogues.* Note de M. **A. Pellet**, présentée par M. H. Poincaré.

« 1. Posons

$$\zeta(a,s) = \frac{1}{a^s} + \frac{1}{(a+1)^s} + \ldots + \frac{1}{(a+n)^s} + \ldots,$$

série convergente lorsque la partie réelle de s est supérieure à 1. On a

$$\frac{d\zeta(a,s)}{da} = -s\zeta(a,s+1), \tag{1}$$

$$\zeta(a,s) = \sigma_\nu + \zeta(a+\nu,s), \tag{2}$$

σ_ν désignant la somme des ν premiers termes de $\zeta(a,s)$; de plus,

$$\frac{M}{m^k} > |\zeta(a,s+k)|,$$

k quantité positive, M désignant la somme des modules des termes de $\zeta(a,s)$, et m le plus petit des modules des quantités a, $a+1$, ..., $a+n$, ...; n est un nombre positif quelconque.

» De l'expression

$$\int_{-\frac{1}{2}}^{+\frac{1}{2}} \frac{d\varepsilon}{(a+\varepsilon)^s} = \frac{1}{a^s} + \frac{s(s+1)}{24}\frac{1}{a^{s+2}} + \ldots + \frac{s(s+1)\ldots(s+2k-1)}{(2k+1)!\,2^{2k}\,a^{s+2k}} + \ldots,$$

où $|a| > \frac{1}{2}$, on déduit, en intégrant de $-\frac{1}{2}$ à $+\infty$,

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{(a-\frac{1}{2})^{-s+1}}{s-1} = \zeta(a,s) + \frac{s(s+1)}{24}\zeta(a,s+2) + \ldots \\ + \frac{s(s+1)\ldots(s+2k-1)}{(2k+1)!\,2^{2k}}\zeta(a,s+2k) + \ldots, \end{aligned} \right.$$

pourvu que $2m$ soit supérieur à 1.

[1] Henri Dufour, *Sur la diminution du rayonnement solaire* (*Comptes rendus*, 16 mars 1903).

» Lorsque la partie réelle de s est comprise entre -1 et $+1$, l'équation (3) définit une fonction $\zeta(a, s)$ jouissant des propriétés (1) et (2) et définie pour toutes les valeurs de a en s'aidant de la relation (2) lorsqu'il est nécessaire. Quel que soit a, $\zeta(a, s)$ est alors la limite de l'expression

$$\sigma_\nu + \frac{(a+\nu-\frac{1}{2})^{-s+1}}{s-1}, \quad \text{pour } \nu \text{ infini.}$$

» De proche en proche, la formule (3) permet de définir $\zeta(a, s)$ pour toutes les valeurs de s et de a.

» On a, en général,

$$\zeta(a,s) = \zeta(1,s) + \zeta'(1,s)(a-1) + \ldots + \frac{\zeta^{(p)}(1,s)}{p!} + \sum_{n=0}^{n=\varphi}\left[\frac{1}{(a+n)^s} - (a+n)_p^{-s}\right],$$

$(a+n)_p^{-s}$ désignant la somme des p premiers termes de $(a+n)^{-s}$ suivant les puissances croissantes de $a-1$, p nombre entier tel que la série $\sum \frac{1}{(a+n)^{p+s}}$ soit convergente.

» Les coefficients $\zeta^{(i)}(1, s)$ peuvent se calculer par la formule (3); mais ils sont aussi définis par la condition que $\zeta(a, s)$ satisfasse aux relations (1) et (2).

» Pour s entier négatif, $-p$, $\zeta(a,s)$ est un polynome entier de degré $p+1$, et l'on a

$$-\frac{e^{\left(a-\frac{1}{2}\right)x}}{e^{\frac{x}{2}} - e^{-\frac{x}{2}}} = -\frac{1}{x} + \zeta(a, 0) + \zeta(a, -1)x + \ldots + \frac{\zeta(a, -p)}{p!}x^p + \ldots.$$

» 2. En développant l'intégrale $\int_{-\frac{1}{2}}^{+\varphi}\left(l\frac{n+a}{n+1} - \frac{a-1}{n+1}\right)dn$ suivant les fonctions ζ, on obtient les formules

$$l\Gamma(a) = l\sqrt{2\pi} + \left(a - \frac{1}{2}\right)l\frac{a-\frac{1}{2}}{e} - \frac{1}{24}\zeta(a, 2) - \ldots - \frac{1}{2k(2k+1)}\frac{\zeta(a, 2k)}{2^{2k}} - \ldots,$$

$$\frac{\Gamma'(a)}{\Gamma(a)} = l\left(a - \frac{1}{2}\right) + \frac{1}{12}\zeta(a, 3) + \ldots + \frac{1}{(2k+1)2^{2k}}\zeta(a, 2k+1) + \ldots,$$

$$l\Gamma(a) = l\sqrt{2\pi} + \left(a - \frac{1}{2}\right)l\frac{a-\frac{1}{2}}{e} - \frac{1}{24(a-\frac{1}{2})} + \left(\frac{1}{24} - \frac{1}{80}\right)\frac{1}{4}\zeta(a, 4) + \ldots$$
$$+ \left(\frac{1}{24} - \frac{1}{8k(2k+1)}\right)\frac{1}{2^{2k-2}}\zeta(a, 2k) + \ldots,$$

e base népérienne des logarithmes, et m minimum de $|a+n|$, supérieur à $\frac{1}{2}$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation des nombres par des nombres rationnels.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Appell.

« 1. On sait que, étant donné un nombre réel quelconque α, il existe une infinité de systèmes d'entiers p et q tels que l'on ait

$$\left|\frac{p}{q}-\alpha\right|<\frac{1}{q^2\sqrt{5}}.$$

» M. Hurwitz a montré, de plus, que le facteur $\sqrt{5}$ ne peut pas être remplacé par un facteur plus grand, si α est arbitraire. Cette proposition et un théorème que j'ai démontré dans ma Thèse, et qui joue un rôle fondamental dans la théorie de la mesure des ensembles (voir mes *Leçons sur la théorie des fonctions*, Chap. III, et la *Thèse* de M. Lebesgue), entraînent la conséquence suivante :

» *Considérons un intervalle quelconque, par exemple l'intervalle* $0\leqq\alpha\leqq 1$. *Il est possible de déterminer une infinité de systèmes finis de fractions* $\frac{p}{q}$, *ces systèmes n'ayant pas d'éléments communs, et chacun d'eux ayant la propriété suivante : tout point de l'intervalle donné est intérieur à l'un au moins des intervalles*

$$\frac{p}{q}-\frac{1}{q^2\sqrt{5}},\quad \frac{p}{q}+\frac{1}{q^2\sqrt{5}}$$

que l'on peut associer au système considéré.

» Je me suis proposé de démontrer cette proposition directement, ce qui fournit une nouvelle démonstration, extrêmement simple, du théorème de M. Hurwitz et donne, de plus, une *détermination effective* des systèmes dont l'énoncé précédent affirme seulement l'existence. On arrive ainsi au théorème suivant :

» Théorème. — *Soit* α *un nombre réel quelconque,* A *et* B *des nombres réels vérifiant les relations*

$$1<A,\qquad B\geqq 15A^2.$$

» *On peut déterminer des entiers* p *et* q *tels que l'on ait*

$$\left|\frac{p}{q}-\alpha\right|<\frac{1}{q^2\sqrt{5}},$$
$$A<q<B.$$

» 2. On doit à Hermite un résultat fondamental relatif à l'approximation simultanée de plusieurs nombres par des fractions de même dénominateur. Si l'on a n nombres $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$, on peut déterminer des entiers $p_1, p_2, \ldots, p_n, q$ tels que l'on ait

$$\left|\alpha_i - \frac{p_i}{q}\right| < \frac{A}{q^a} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

les nombres A et a ne dépendant que de n. Hermite a donné pour a la valeur $\frac{n+1}{n}$ et pour A une valeur qu'il est inutile de rappeler et que M. Minkowski a remplacée par une valeur plus avantageuse. J'ai démontré qu'*il n'est pas possible de prendre pour a une valeur supérieure à celle qu'a indiquée Hermite*.

» On peut déduire du théorème d'Hermite une généralisation du résultat énoncé en premier lieu, en utilisant l'extension à l'espace à n dimensions du théorème sur la mesure auquel j'ai fait allusion. La possibilité de cette extension (sans modification dans la démonstration que j'avais donnée) a été signalée, pour la première fois, par M. Lebesgue dans sa Thèse; M. Lebesgue s'est d'ailleurs limité à ce qui était nécessaire aux applications qu'il avait en vue; aussi n'est-il peut-être pas inutile d'énoncer ici le théorème fondamental auquel on parvient, sous sa forme la plus générale.

» Théorème. — *Soit, dans l'espace à n dimensions, une infinité dénombrable d'ensembles fermés (c'est-à-dire tels que chacun contienne son dérivé)* $E_1, E_2, \ldots, E_p, \ldots$, *et un ensemble quelconque* E *tel que tout point de* E *soit* intérieur *à l'un des* E_i. *On peut, dès lors, choisir parmi les* E_i *un nombre limité d'ensembles tels que tout point de* E *soit intérieur à l'un d'eux* (¹).

» La démonstration peut être calquée sur celle qui est donnée dans mes *Leçons sur la théorie des fonctions*, p. 42-43.

» Les résultats précédents, joints à quelques autres, sont exposés avec plus de détails dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans le *Journal de M. Jordan*. Les méthodes suivies me paraissent d'ailleurs pouvoir conduire à bien d'autres résultats dans la Théorie des nombres et l'Algèbre. »

(¹) M. Lebesgue a remarqué que l'hypothèse que les ensembles donnés sont en infinité *dénombrable* n'est pas nécessaire. Cette remarque, fort utile dans certaines applications, n'intervient pas dans mes recherches actuelles.

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement relatif de la pièce et de l'outil dans la taille des profils des mécanismes.* Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. Appell.

« Nous supposons que, dans un mécanisme, deux membres A et B soient animés l'un par rapport à l'autre d'un mouvement dépendant d'un paramètre, de manière qu'une surface S pratiquée sur A reste constamment tangente à un second profil S′ pratiqué sur B, le contact ayant lieu suivant une ligne continue. Nous particulariserons le problème en supposant en outre que S et S′ sont deux surfaces réglées et leur ligne de contact une génératrice rectiligne Δ suivant laquelle ces deux surfaces se raccordent. On sait que cette hypothèse correspond à la plus grande généralité des cas.

» Faisons choix d'un trièdre trirectangle $Oxyz$ lié au corps A; puisque l'on connaît le mouvement $\mathfrak{M}$ de A par rapport à B, on connaît aussi les éléments $p, q, r, \xi, \eta, \zeta$ du mouvement hélicoïdal tangent en fonction du paramètre t (le temps si l'on veut) dont dépend le mouvement $\mathfrak{M}$.

» Pour définir la droite de contact Δ de S et de S′, nous prendrons un point $M_0(x_0, y_0, z_0)$ sur cette droite, ainsi que ses cosinus directeurs a, b, c. En exprimant alors que la droite Δ est la caractéristique de la surface mobile S qu'elle décrit, nous serons amenés à écrire les équations suivantes :

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &\xi + qz_0 - ry_0 + \lambda\frac{dx_0}{dt} = 0,\\ &\eta + rx_0 - pz_0 + \lambda\frac{dy_0}{dt} = 0,\\ &\zeta + py_0 - qx_0 + \lambda\frac{dz_0}{dt} = 0;\end{aligned}\right.$$

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} &qc - rb + \lambda\frac{da}{dt} = 0,\\ &ra - pc + \lambda\frac{db}{dt} = 0,\\ &pb - qa + \lambda\frac{dc}{dt} = 0,\end{aligned}\right.$$

où λ désigne une fonction arbitraire.

» Les équations (1), (2) ne sont pas nouvelles pour nous. Nous les avons rencontrées déjà (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 897) à propos de la

recherche des courbes d'un corps qui possèdent une enveloppe dans un mouvement donné de ce corps. Leur intégration, grâce à la fonction λ arbitraire, se ramène aux quadratures.

» La surface S étant ainsi définie par les équations (1) et (2), il s'agit de trouver quel mouvement il convient de faire prendre au corps A, en présence de l'outil, pour que celui-ci y pratique le profil de la surface S. Nous chercherons d'abord à imprimer au corps A, par rapport à un bâti fixe F, un mouvement $\mathfrak{M}'$ tel que les génératrices rectilignes Δ de la surface S viennent successivement s'appliquer sur une droite X, fixe dans le bâti fixe.

» Les équations (1), (2) nous prouvent que l'on obtiendra un tel mouvement en adoptant, comme éléments du mouvement hélicoïdal tangent de $\mathfrak{M}'$, les expressions suivantes

$$\frac{1}{\lambda}p,\quad \frac{1}{\lambda}q,\quad \frac{1}{\lambda}r,\quad \frac{1}{\lambda}\xi,\quad \frac{1}{\lambda}\eta,\quad \frac{1}{\lambda}\zeta.$$

Mais comme Δ reste coïncider avec X quand on imprime à A une rotation ω quelconque autour de Δ, on est conduit aux expressions plus générales

$$p' = \frac{1}{\lambda}p + a\omega,\qquad q' = \frac{1}{\lambda}q + b\omega,\qquad r' = \frac{1}{\lambda}r + c\omega,$$

$$\xi' = \frac{1}{\lambda}\xi + (cy_0 - bz_0)\omega,\qquad \eta' = \frac{1}{\lambda}\eta + (az_0 - cx_0)\omega$$

$$\zeta' = \frac{1}{\lambda}\zeta + (bx_0 - ay_0)\omega,$$

où ω est une fonction arbitraire.

» Ces quantités, considérées comme les éléments d'un mouvement hélicoïdal tangent, définissent un mouvement fini $\mathfrak{M}'$; au cours de ce mouvement, toutes les génératrices de S viendront, comme nous le désirons, s'appliquer successivement sur la droite X, fixe dans le bâti fixe F.

» On pourrait alors supposer que X est réalisé comme étant le fil du tranchant d'une pièce d'acier qui, par le seul effet du mouvement $\mathfrak{M}'$, découperait, dans la masse du corps A, le profil S.

» On peut encore supposer qu'un burin affilé est guidé par rapport au bâti fixe de façon que sa pointe parcourre la droite X. Dans ces conditions, si l'on assemble un instant les corps A et F dans une position où Δ coïncide avec X, le burin tracera dans le corps A un sillon délié figurant la droite Δ.

» Dans une prochaine Communication nous examinerons le cas où l'on prendrait, pour le profil du burin, non pas une pointe, mais une forme plus appropriée. »

PHYSIQUE. — *Dynamomètre de transmission donnant directement la puissance en kilogrammètres.* Note de MM. **Gaiffe** et **Gunther**, présentée par M. d'Arsonval.

« Un dynamomètre de transmission est armé de deux disques munis chacun d'un secteur conducteur ayant 180° environ et reliés électriquement entre eux. Sur ces disques frottent deux balais calés de telle façon que, lorsque aucun effort n'est transmis, un ressort quitte sa coquille conductrice au moment même où l'autre ressort entre sur la sienne. Dès qu'il y a un effort à transmettre, il se produit un décalage entre les deux disques, décalage proportionnel à l'effort transmis et qui a pour effet de faire toucher les deux ressorts en même temps sur les coquilles pendant un temps exactement proportionnel à l'effort transmis.

» Si un circuit électrique composé d'une source à potentiel constant et d'un ampèremètre sans self-induction est relié à ce dynamomètre, l'intensité moyenne qui passera par l'ampèremètre sera exactement proportionnelle au temps de contact des ressorts sur les coquilles et, par conséquent, à l'angle de décalage. On pourra donc lire sur l'instrument taré à l'avance l'effort transmis. Si, au lieu de faire la force électromotrice constante, on la fait proportionnelle à la vitesse de rotation de l'ensemble, on lira sur le galvanomètre non pas seulement l'effort transmis, mais le produit de l'effort par la vitesse, c'est-à-dire la puissance en kilogrammètres.

» Il suffit, pour obtenir une force électromotrice proportionnelle à la vitesse, de se servir comme génératrice soit d'une magnéto, soit d'une dynamo à champ constant, entraînée à une vitesse proportionnelle à la vitesse de l'ensemble.

» Ces différentes mesures peuvent s'enregistrer sur un ampèremètre enregistreur avec lequel on aura le graphique de la puissance transmise à chaque instant, et d'un autre côté le travail total effectué pourra être totalisé sur un compteur électrique d'intensité. »

PHYSIQUE. — *Théorie du dichroïsme magnétique et électrique.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

« J'ai étudié précédemment ([1]) le dichroïsme que présentent certaines liqueurs lorsqu'on les place dans le champ magnétique ou électrique : ces liqueurs sont constituées par un liquide associé à un solide cristallin, et l'on peut, avec un même solide, donner naissance au dichroïsme positif ou négatif, suivant le liquide qui les tient en suspension; d'ailleurs, ces inversions ne se produisent pas toujours, et, pour certains solides, le signe du dichroïsme reste le même pour différents liquides avec lesquels on les associe. Tous ces phénomènes complexes peuvent se résumer en disant que le corps solide n'a pas d'action propre, d'une manière absolue, mais que son action est relative au milieu dans lequel il est disséminé.

» Il est possible encore de simplifier la description de ces apparences en formant un Tableau dans lequel on met à la suite les uns des autres les différents corps solides S, S′, S″, ainsi que les liquides L, L′, L″ et en remarquant qu'on peut les ranger dans un ordre tel que tout groupement d'un solide et d'un liquide donne une liqueur à dichroïsme négatif si le solide est avant le liquide et à dichroïsme positif s'il est après lui.

» J'ai été amené d'abord à formuler cette règle pour des associations dans lesquelles le solide avait un indice supérieur au liquide; lorsque cette condition est réalisée, je n'ai trouvé qu'une exception; mais, lorsque j'ai voulu l'étendre au cas où le solide avait un indice inférieur au liquide, j'ai constaté que, sans exception, la règle devait être prise en sens inverse. L'indice intervient donc et cette circonstance est tout à fait conforme à la théorie qui va être indiquée.

» Il en résulte d'abord que l'énoncé précédent doit être généralisé de la façon suivante : *On doit, dans le Tableau en question, mettre en regard de chaque corps son numéro d'ordre et son indice, puis faire le produit des différences des numéros d'ordre par les différences d'indices : le signe algébrique de ce produit indiquera le signe du dichroïsme.*

» Ce Tableau met donc en évidence la relativité par rapport au liquide environnant, et l'on est ainsi amené à voir une analogie avec les phénomènes de paramagnétisme et de diamagnétisme, où se manifeste l'influence du milieu ambiant.

([1]) *Comptes rendus*, séances des 6 et 24 avril 1903.

» Si l'on tient compte alors de ce fait que, ne sont actives que les liqueurs qui contiennent en suspension des particules solides et spécialement des cristaux, à l'exclusion des poudres amorphes, on peut imaginer que les choses se passent de la façon suivante :

» Le liquide contient en suspension des lamelles cristallines plus ou moins magnétiques par rapport à lui, si bien que dans le champ d'un électro-aimant elles se comportent comme para- ou diamagnétiques. Si, pour fixer les idées, on suppose que chacune de ces lamelles ait un axe magnétique situé dans son plan et qui s'oriente alors sous l'influence du champ, il est possible de démontrer que dans les deux cas l'assemblage de ces lamelles prend une structure dissymétrique, d'où résulte une inégalité d'action sur les deux composantes principales de la lumière traversant cette masse.

» Premier cas. — *Particules magnétiques.* — Tous les axes s'orientent parallèlement au champ; en considérant l'un d'eux, il faut en outre envisager les directions des plans des lamelles par rapport à cet axe, dont le champ détermine seulement la direction; elles peuvent en effet s'orienter d'une façon quelconque autour de cet axe, mais toutes sont parallèles au champ magnétique et la vibration parallèle à ce champ les aborde parallèlement à la surface, c'est-à-dire perpendiculairement au plan d'incidence, tandis que les vibrations perpendiculaires au champ sont dans le plan d'incidence et (si le solide est plus réfringent) leur modification par la transmission est toujours moindre que celle qui atteint les autres composantes; l'effet est en somme le même que si l'on recevait un faisceau lumineux sur une lame inclinée (déviation du plan de polarisation avec la lumière polarisée, production de lumière partiellement polarisée avec la lumière naturelle). On est en présence d'une structure anisotrope qui, sans entraîner de biréfringence, entraîne le dichroïsme dans le sens général du mot, c'est-à-dire une inégalité de modification plutôt qu'une inégalité d'absorption.

» Deuxième cas. — *Particules diamagnétiques.* — Les axes ne s'orientent pas parallèlement entre eux; ils se mettent perpendiculairement au champ, généralement non uniforme, en se groupant dans la partie médiane; ils prennent toutes les directions du plan équatorial et, autour de chacune de ces directions, les lamelles se placent dans tous les azimuts. Mais cette complexité apparente disparaît si l'on groupe toutes ces lamelles d'une certaine façon, de manière à montrer que les lames associées autour de l'axe vertical fournissent l'action prépondérante.

» Considérons, en effet, dans le plan équatorial qui contient les axes et qui est supposé vertical, une direction telle que OA; prenons une direction OA′ qui fasse avec l'horizontale le même angle que fait OA avec la verticale; des lamelles sont distribuées également autour de OA et de OA′ et l'on peut démontrer qu'à tout plan P passant par OA correspond un plan P′ passant par OA′, incliné sur la composante verticale et sur l'horizontale, comme P l'est lui-même sur l'horizontale et sur la verticale; de plus, il y en a de part et d'autre le même nombre, si bien qu'en les associant deux à deux, on reconnaît que les modifications subies par les deux composantes sur ces deux groupes sont égales. Mais ce raisonnement ne peut se répéter ni pour l'axe vertical OV, ni pour l'axe horizontal OH, ni pour l'axe OZ incliné à 45°, dont le conjugué n'est pas

distinct de lui-même; on démontre enfin que les lamelles groupées autour de OH sont inefficaces, et que celles groupées autour de OZ s'associent deux à deux pour détruire leur inégalité d'action, si bien qu'il ne reste finalement que les lamelles verticales; pour les mêmes raisons que plus haut, la composante verticale subira la modification la plus importante si le solide est le plus réfringent : ce sera le cas du dichroïsme négatif. On aura encore, comme dans le premier cas, le résultat inverse si le solide est moins réfringent que le liquide.

» A l'appui de cette théorie, j'ai constaté, par l'examen au microscope des liquides actifs, que les petits cristaux qui s'y trouvent sont sous forme de lamelles, de petites tables; il est inutile d'ailleurs de s'adresser spécialement à des liqueurs colorées pour observer ce phénomène; des cristaux incolores tels que le sulfate de magnésie présentent ce dichroïsme, lorsqu'ils sont en suspension dans l'alcool, où ils se trouvent sous forme de lamelles, tandis que le précipité cristallin de phosphate ammoniaco-magnésien, formé par les aiguilles ramifiées, est absolument inactif dans l'eau aussi bien que dans le sulfure de carbone. Une liqueur ne sera donc active que si les cristaux obéissent à certaines conditions de forme, de densité, d'indice, etc. »

ÉLECTRICITÉ. — *Répulsion de la lumière anodique par les rayons cathodiques.* Note de M. **Salles**, présentée par M. Lippmann.

« Dans son Mémoire de 1869, Hittorf revient à plusieurs reprises sur cette idée que dans un tube évacué, à partir d'un certain degré de vide, la cathode repousse la lumière anodique.

» Il y a environ deux ans, M. Séménoff, en prenant comme cathodes les électrodes (1) et (3) d'un tube bi-anodique et comme anode l'électrode (2), vit reparaître la lueur anodique sous forme d'un cône bleu ayant son sommet sur l'anode, sa base sur la paroi de l'ampoule et dirigé verticalement. M. Séménoff pensa que, dans les cas ordinaires où l'on n'observait pas de lueur anodique, ce n'était pas l'influence de la cathode qui intervenait, mais bien celle du faisceau cathodique, car, dans son dispositif, la lueur prenait naissance en un point protégé de l'électrode (1) par la tige supportant l'anode et de (3) par la paroi de l'anode.

« Il est facile de constater que cette répulsion a lieu et que la lueur prend bien naissance dans ces conditions. Supposons que la projection de l'étincelle (2) sur le plan de (1) couvre presque totalement cette dernière,

et que (3) ait à peu près les mêmes dimensions que (2); prenons comme cathode (1) et comme anode (2) le phénomène suivant prend alors naissance. De la face de (2) opposée à celle tournée du côté de (1) part un tronc de cône lumineux bleu très brillant ayant pour base l'anode, et la circonférence de diamètre *ab*, où la phosphorescence du verre prend fin. Relions maintenant (3) à (1) électriquement, immédiatement le tronc de cône se redresse et se transforme en un pinceau bleu lumineux partant de l'anode, s'aplatissant contre la paroi de cette électrode vis-à-vis de (3) et s'épanouissant ensuite verticalement de façon à atteindre la paroi de l'ampoule. Dans le cas où (3) est plus grand que les autres électrodes, et que la projection de (2) sur (1) n'occupe qu'une faible partie de celle-ci, le phénomène a l'aspect d'une houppe lumineuse bleue très brillante représentée par la figure, provenant d'une photographie.

» Afin de se rendre compte que le faisceau cathodique influe, il suffit d'examiner la direction de la lueur anodique, dans les tubes de Crookes classiques, où le faisceau cathodique n'est indiqué que par une tache phosphorescente. Ces tubes comportent plusieurs anodes et servent à démontrer que la position de l'anode n'influe pas sur la production des rayons cathodiques. On remarque que, lorsque la tache lumineuse a lieu près d'une anode, la lueur anodique est déviée d'une façon très appréciable. Cette répulsion d'un caractère mécanique ne semble pouvoir être due qu'au faisceau cathodique.

» Si donc on peut réaliser un dispositif tel que l'anode se trouve à l'abri du rayonnement cathodique, la lumière anodique sera parfaitement observable. J'ai réalisé cette expérience avec un tube formé d'une ampoule à laquelle sont soudés des tubes de verre en croix. Les branches horizontales contiennent les cathodes, la branche supérieure l'anode bien protégée du rayonnement cathodique. Dans ce cas, le tube fonctionne; on aperçoit à l'anode un beau faisceau bleu lilas qui s'arrête à l'endroit où le verre commence à devenir phosphorescent. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les diaphragmes métalliques*. Note de M. ANDRÉ BROCHET, présentée par M. H. Moissan.

« Lorsque l'on place une lame de platine entre les électrodes d'un voltamètre à cuivre, on remarque, à partir d'une certaine densité de cou-

rant, que cette lame se recouvre d'une tache de cuivre, au centre, du côté tourné vers l'anode ([1]). Le centre seul est donc traversé par un courant capable de produire une action chimique. Nous avons deux moyens pour empêcher ce dépôt de cuivre et par conséquent pour empêcher cette lame d'agir comme électrode bipolaire. Le premier est de diminuer la densité de courant; le second, de sectionner la lame de telle façon qu'elle oppose une résistance plus faible aux lignes de courant. Une variante de ce procédé consiste à employer une lame perforée.

» Nous constituons ainsi un diaphragme métallique, lequel agit comme un diaphragme de faïence, c'est-à-dire qu'il laisse passer les liquides et le courant, mais s'oppose (si les trous sont suffisamment fins) au passage des gaz et des précipités. De tels diaphragmes sont d'ailleurs utilisés industriellement, notamment dans les appareils Garuti (Hydrogène et Oxygène) et Castner (Sodium).

» A la suite de recherches entreprises avec M. Barillet sur les électrodes bipolaires, j'ai poursuivi l'étude des diaphragmes métalliques qui en est la suite naturelle; une récente publication de M. Danneel sur ces deux sujets ([2]) m'engage à présenter quelques-unes de mes recherches sur les diaphragmes métalliques; je reviendrai ultérieurement sur les remarques de Danneel au sujet des électrodes bipolaires.

» L'appareil dont je me sers pour étudier les diaphragmes métalliques se compose de cadres en ébonite en forme de U. La lame à étudier est placée entre deux de ces cadres, extérieurement se trouvent deux plaques épaisses de métal fermant l'appareil et servant d'électrodes; leur surface utile est de $67^{cm^2},5$ environ. La lame de platine de $0^{cm},01$ d'épaisseur se trouve au milieu de la distance des électrodes. Cette épaisseur étant pratiquement nulle il n'y a pas à tenir compte de la différence de résistivité entre le métal et l'électrolyte. Si nous supposons une telle lame formant cloison étanche entre les deux compartiments, elle se comportera comme électrode bipolaire parfaite et ses deux côtés agiront par toute leur surface, soit comme anode, soit comme cathode. Un tel système ne pourra être traversé par un courant susceptible de produire une action chimique que lorsque la tension aux bornes sera supérieure au double de la tension de décomposition.

» Si la lame est percée d'un trou en son centre, une certaine partie du courant passera par ce trou et le rapport de cette quantité à la quantité totale sera d'autant

---

([1]) Lors des publications que j'ai faites avec M. Barillet sur les électrodes bipolaires (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 854 et 1049), nous n'avions pas connaissance que ce fait avait été signalé déjà d'une façon purement qualitative par MM. Lœb et Kauffmann (*Zeitschrift für Elektrochemie*, t. II, p. 341).

([2]) *Zeitschrift für Elektrochemie*, t. IX, p. 256.

plus grand que l'intensité sera plus faible ou le rapport de la surface de l'ouverture à la surface de la lame plus élevé. L'inverse aura nécessairement lieu pour la lame, laquelle présentera autour de l'ouverture une zone qui ne sera le siège d'aucune action électrolytique. Le dépôt de cuivre sera limité par une ligne très nette, ce sera une équipotentielle correspondant à la tension de décomposition du sulfate de cuivre. Naturellement on aura toujours des cercles, sauf le cas où, par suite de la grandeur du trou ou de la faible intensité du courant, la ligne suivra le bord de l'ouverture. La zone neutre agira donc comme diaphragme, le restant de la lame, extérieur à cette zone, comme électrode bipolaire.

» Si la lame présente plusieurs trous, chacun d'eux agira de la même façon et, s'il y a lieu, les cercles se réuniront d'après les règles du raccordement des lignes équipotentielles. Au cas où les cercles empiètent complètement les uns sur les autres, *la lame entière agit comme diaphragme, même si la tension aux bornes est supérieure au double de la tension de décomposition,* et dans le cas particulier du voltamètre à cuivre non seulement le platine peut être employé, mais une *toile de cuivre agit comme diaphragme et est inattaquée en vertu des phénomènes de polarisation signalés précédemment* (*loc. cit.*) *bien inférieurs certainement à la moitié de la tension aux bornes.*

» Le Tableau ci-après montre quelques-uns des résultats obtenus avec une lame de platine présentant, soit un seul trou (dernière ligne), soit cinq trous dont un carré. Les essais ont été faits avec une solution de sulfate de cuivre additionnée (colonnes B) ou non (colonnes A) d'acide sulfurique. Les chiffres indiqués donnent le diamètre de la zone neutre. Il dépend de la surface de l'ouverture, *jusqu'à une certaine limite cependant,* de la densité de courant aux électrodes, de la résistivité du liquide. Il dépend également de la tension de décomposition de l'électrolyte.

Diamètre des trous.	$0^{amp},1.$		$0^{amp},2.$		$0^{amp},5.$		$1^{amp}.$		$1^{amp},5.$	
	A.	B.	A.	B.	A.	B.	A.	B.	A.	B.
cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,05........	»	»	6	»	»	7	2,5	3	2	2
0,10........	»	»	11	»	6	13	5	6	4	4,5
0,20........	»	»	15	»	8	19	7	9	5,5	6,5
0,40........	»	»	24	»	13,5	29	10,5	13,5	9	11
0,40 □......	»	»	26	»	15	35	13	16	11	13
0,40 (seul)..	30	∞	20	31	12,5	19	9,5	13	9	10

» Si nous supposons que, par un artifice quelconque, notre lame augmente peu à peu d'épaisseur, nous verrons le diamètre de la zone neutre diminuer peu à peu et la partie électrode bipolaire empiéter peu à peu sur la partie diaphragme. Il faut alors tenir compte de la résistivité beaucoup plus faible du métal qui facilite le passage des lignes de courant. Les lames épaisses seront donc d'un emploi plus difficile et donneront de moins bons résultats que les diaphragmes minces.

» Si l'électrode et l'électrolyte ne donnent lieu qu'à une réaction, la zone neutre sera limitée par deux cercles, un à l'interanode et un à l'intercathode. Si, au contraire, plusieurs réactions peuvent prendre naissance, chacune d'elles correspondra à une zone

limitée par des cercles très nets. On pourra ainsi, dans certains cas, caractériser qualitativement, et quantitativement peut-être, les réactions se passant dans une électrolyse. Je poursuis actuellement des recherches dans cette voie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les composés de chlorure d'aluminium à fonction de ferment.* Note de M. G. GUSTAVSON, présentée par M. H. Moissan.

« Quand on reproduit les réactions synthétiques de MM. Friedel et Crafts, en faisant agir les chlorures alcooliques sur le benzène ou ses homologues, en présence de chlorure d'aluminium, on obtient toujours deux couches superposées et non miscibles. C'est dans la couche inférieure que se trouvent les combinaisons de chlorure d'aluminium avec les carbures aromatiques, combinaisons sur lesquelles j'ai depuis longtemps appelé (1878) l'attention des chimistes, ainsi que sur les conditions qui déterminent cette synthèse. Quelques observations récentes m'ont amené à reprendre l'étude de cette question. J'ai décrit (1) les combinaisons qui se forment par l'action de bromure et de chlorure d'éthyle sur le bromure et le chlorure d'aluminium. Quand on agite ces liquides avec un excès de benzène, ce carbure se combine avec eux en formant une couche inférieure insoluble dans l'excès de benzène. L'analyse a fourni des chiffres correspondant aux formules $Al^2Cl^6C^8H^{16}6C^6H^6$ et $Al^2Br^6C^8H^{16}6C^6H^6$.

» On peut obtenir de la même manière des composés contenant d'autres carbures aromatiques, quoique en proportions différentes. Soumis à l'action de la chaleur, sous pression très réduite, tous ces corps se dédoublent : les carbures aromatiques distillent et les composés non volatils $Al^2Cl^6C^8H^{16}$ et $Al^2Br^6C^8H^{16}$ restent. On peut obtenir un résultat identique en agitant plusieurs fois les combinaisons $Al^2Cl^6C^8H^{16}6C^6H^6$... avec l'éther de pétrole. Ce dernier facilite beaucoup la dissociation des composés en question, en fixant les carbures aromatiques et en laissant dans une couche plus dense le composé $Al^2Cl^6C^8H^{16}$. Enfin, on peut substituer le toluène au benzène, en traitant par le premier la combinaison benzénique. Mais la propriété la plus importante de ces combinaisons est de se prêter aux réactions de MM. Friedel et Crafts. Le bromure d'éthyle, par exemple, donne sur le champ, avec $Al^2Cl^6C^8H^{16}6C^6H^6$, du gaz bromhydrique et les substitués éthyliques de benzène. Comme il a été dit

(1) *Journal Soc. chim. russe,* t. XVI, p. 95.

plus haut, on peut aisément isoler la substance $Al^2Cl^6C^8H^{16}$ des produits de la réaction et la faire entrer de nouveau en combinaison avec des carbures et, par suite, en réaction. On voit surgir dès lors une analogie entre le mode d'action des composés $Al^2Cl^6C^8H^{16}$..., d'une part, et les ferments non figurés; cette analogie est augmentée par le fait que, parallèlement aux ferments non figurés, la partie minérale, dans ces composés, joue un rôle important, étant intimement liée avec le radical organique.

» Les résultats précédents m'ont fait examiner si les réactions de MM. Friedel et Crafts, en présence de chlorure d'aluminium, ne fournissent pas des composés semblables, analogues aux ferments. J'ai trouvé qu'il en est ainsi. En effet, en examinant la couche inférieure qui se forme toujours pendant la réaction entre les chlorures alcooliques et les carbures aromatiques, en présence du chlorure d'aluminium, j'ai pu isoler des composés, semblables par leur mode d'action aux ferments et susceptibles d'être mis en évidence par les méthodes que j'ai indiquées pour $Al^2Cl^6C^8H^{10}$ et $Al^2Br^6C^8H^{10}$.

» Si l'on ajoute peu à peu du chlorure d'éthyle (1 partie) à du benzène (2 parties) additionné de chlorure d'aluminium (1 partie), on obtient une couche inférieure abondante. Si l'on chauffe ce liquide sous pression réduite, on constate la distillation du benzène et des carbures formés par synthèse (non combinés immédiatement avec le chlorure d'aluminium). La distillation des carbures étant terminée, il reste, sous pression de 15^{mm} et à la température de 125°-130°, un liquide formé du composé $Al^2Cl^6C^6H^3(C^2H^5)^3$ à peu près pur. On peut obtenir le même liquide, en enlevant les carbures à l'aide de l'éther de pétrole. Le liquide obtenu bout à 135°-140° sous pression de 15^{mm} en se décomposant en partie en chlorure d'aluminium et triéthylbenzène; débarrassés de ces impuretés (je laisse ici de côté les détails des procédés employés), 0^{g},1044 de substance ont donné 0,1275 CO^2 et 0,0415 H^2O; soit en centièmes 33,30 pour 100 C et 4,41 pour 100 H. La formule $Al^2Cl^6C^6H^3(C^2H^5)^3$ exige 33,56 pour 100 C et 4,19 pour 100 H. Le dosage du chlore a donné 49,94 pour 100. Théorie : 49,58 pour 100. La substance analysée forme un liquide jaunâtre tant soit peu épais. L'action de l'eau sur le corps est violente et produit un carbure qui bout à 210°-213°. 0^{g},1259 de carbure ont donné 0,4098 CO^2 et 0,1231 H^2O; soit en centièmes 88,77 pour 100 C et 10,86 pour 100 H. La formule $C^6H^3(C^2H^5)^3$ exige 88,88 C et 11,12 pour 100 H. Le brome additionné d'une parcelle d'iode fournit un bromure $C^6Br^3(C^2H^5)^3$ qui fond à 104°-105°. Toutes ces données prouvent que la constitution du carbure est symétrique.

» Le composé $Al^2Cl^6C^6H^3(C^2H^5)^3$ étant stable joue de même le rôle de ferment pendant la synthèse des composés $Al^2Cl^6C^8H^{16}$... décrits plus haut.

» Si l'on agite $Al^2Cl^6C^6H^3(C^2H^5)^3$ avec des carbures aromatiques, on constate la formation de combinaisons liquides, insolubles dans l'excès des carbures et décomposables par l'eau. $Al^2Cl^6C^6H^3(C^2H^5)^3$ se combine avec 6^{mol} de benzène, 5^{mol} de toluène,

4^{mol} de métaxylène, 3^{mol} de mésytilène, 1^{mol} de triéthylbenzène symétrique. Toutes ces combinaisons donnent la réaction de MM. Friedel et Crafts en dégageant, avec des chlorures et bromures alcooliques, des hydracides. C'est, en premier lieu, les carbures additionnés qui réagissent avec les chlorures et bromures, tandis que le composé fondamental, le ferment, n'est changé que fort lentement et toujours dans la même direction, en tendant vers une substitution complète [$Al^2Cl^6C^6(C^2H^5)^6$]. Ce composé, ainsi que les composé intermédiaires, se combine aussi avec le benzène et d'autres carbures aromatiques, et, les combinaisons obtenues, se produisent de même les réactions de MM. Friedel et Crafts. Il suffit d'une quantité bien minime du composé $Al^2Cl^6C^6H^3(C^2H^5)^3$ ou de ses analogues pour produire la réaction entre une quantité relativement grande d'un carbure aromatique et d'un chlorure alcoolique; mais la vitesse de la réaction est proportionnelle à la quantité de composé agissant comme ferment.

» Pour expliquer le caractère catalytique de la réaction il faut avoir égard à ce que les carbures aromatiques en excès et restés libres entrent en réaction avec les carbures additionnés avec la plus grande facilité, se soumettant ainsi successivement à l'influence du ferment.

» Mais les ferments mêmes [par exemple, $Al^2Cl^6C^6H^3(C^2H^5)^3$] ne se prêtent pas aux échanges en question. On peut traiter à volonté, par exemple, le composé $Al^2Cl^6C^6H^3(C^2H^5)^3$ par un excès de benzène ou d'autres carbures aromatiques à la température ambiante, on ne parvient jamais à substituer le triéthylbenzène immédiatement lié avec le chlorure d'aluminium par d'autres carbures. On ne peut pas séparer le triéthylbenzène du chlorure d'aluminium en agitant le composé en question avec l'éther de pétrole, ce dernier d'ailleurs facilitant beaucoup la dissociation des composés d'addition, comme il est dit plus haut. Seulement les agents qui détruisent le chlorure d'aluminium sont capables de mettre à nu les carbures contenus dans les composés jouant le rôle de ferments. C'est par exemple le cas de l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide phosphoreux sur l'érythrite.* Note de M. P. Carré, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons vu [1] que l'acide phosphorique est éthérifié très lentement par l'érythrite et donne des éthers de l'érythran sans qu'il soit possible de constater l'éthérification de l'érythrite elle-même.

» L'acide phosphoreux se conduit de façon différente. Chauffé à 130°

(1) P. Carré, *Comptes rendus*, 16 février 1903.

(à l'air libre ou dans le vide) en proportions équimoléculaires avec l'érythrite, il est éthérifié beaucoup plus rapidement que l'acide phosphorique. La quantité d'acide combiné augmente tout d'abord avec le temps, et ensuite diminue.

» Si l'opération est effectuée dans un ballon, on constate, après 80 heures environ, l'apparition d'un sublimé à la partie supérieure. En continuant de chauffer, on parvient à volatiliser la presque totalité du produit.

» 1° *Étude du mélange éthérifié avant la sublimation.* — Afin de déterminer la composition de l'éther phosphoreux formé, on le transforme en sel de calcium. A cet effet, le produit est repris par l'eau et saturé par le carbonate de chaux et la chaux jusqu'à neutralité à la phtaléine. On filtre le phosphite de calcium insoluble, et l'on évapore la solution à froid dans le vide. La solution aqueuse très concentrée ne précipite pas par l'alcool. L'addition d'acétone en sépare le sel de calcium. Ce dernier séché à 100° ne fournit pas à l'analyse des chiffres constants, suivant que l'éthérification a été poursuivie plus ou moins longtemps.

» Après 1 heure d'éthérification à 130° à l'air libre, on obtient un sel de calcium répondant à la formule $[POHOC^4H^9O^3]^2O^2Ca$; ce qui nous montre qu'il se forme d'abord l'acide érythrophosphoreux $P(OH)^2OC^4H^9O^3$.

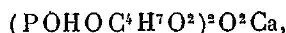
» L'action de la chaleur étant prolongée quelques heures, on obtient une nouvelle substance qui fournit à l'analyse des chiffres de calcium et de phosphore trop élevés et des chiffres de carbone et d'hydrogène trop faibles, pour la formule précédente; ce qui semblerait nous indiquer la fixation d'une deuxième molécule d'acide phosphoreux sur l'éther déjà formé. La présence du sel $[P^2(OH)O^2(CH^2)^2(CHOH)^2]^2O^2Ca$ expliquerait en effet cette différence. Je n'ai pu réussir à séparer ce composé du premier; et ne l'ai jamais obtenu à l'état de pureté en faisant varier la durée et les conditions de l'éthérification.

» Enfin, après un chauffage plus long encore (un peu avant l'apparition du sublimé) le sel de calcium préparé offre une composition se rapprochant de celle du premier sel, sans cependant y correspondre bien exactement.

» Cela provient de la formation d'un nouveau composé : l'éther phosphoreux de l'érythran, ainsi que va nous le montrer l'étude suivante.

» 2° *Étude du produit sublimé.* — La substance est purifiée par une nouvelle sublimation. Celle-ci se fait à 130°-140° à la pression ordinaire ou plus rapidement dans le vide. Il faut avoir soin d'opérer à l'abri de toute trace d'humidité, car le produit est extrêmement hygroscopique. On obtient ainsi de belles aiguilles blanches fondant à 117° et dont l'analyse correspond à la formule $POHO^2C^4H^6O$. C'est l'éther phosphoreux neutre de l'érythran. Il résulte de la réaction des deux oxhydriles phosphoreux sur les deux fonctions alcool secondaire de l'érythran.

» Ce produit mis en solution aqueuse est monoacide à l'hélianthine et à la phtaléine; et le sel de calcium correspondant séché à 100° répond à la formule



$$(POHOC^4H^7O^2)^2O^2Ca,$$

ce qui nous montre que l'une des liaisons est immédiatement détruite par l'eau pour

donner un nouveau composé : $P(OH)^2OC^4H^7O^2$, l'éther phosphoreux acide de l'érythran.

» Le sel de calcium ci-dessus n'est pas précipité de sa solution aqueuse par l'alcool; en ajoutant de l'acétone à la solution alcoolique, jusqu'à production d'un louche très faible, on obtient après plusieurs jours le sel cristallisé en très fines aiguilles. Ces cristaux essorés et lavés très rapidement à l'acétone ne peuvent être desséchés sans que la forme cristalline soit altérée. Séchés à la température ordinaire, ils conservent une molécule d'eau qu'ils perdent à 100°.

» Il est à noter que, pour les deux acides phosphoreux et phosphorique, la réaction sur l'érythran fournit des éthers résultant de l'éthérification de deux oxhydriles acides par une même molécule d'alcool, beaucoup plus facilement que les autres alcools polyatomiques.

» *En résumé*, l'acide phosphoreux se comporte envers l'érythrite comme un déshydratant beaucoup moins énergique que l'acide phosphorique. Il donne tout d'abord l'acide érythrophosphoreux $P(OH)^2OC^4H^9O^3$, et il semble que ce composé fixe ensuite une nouvelle molécule d'acide phosphoreux pour donner le corps



$$P(OH)^2OCH^2CHOHCHOHCH^2OP(OH)^2.$$

» L'action prolongée de la chaleur (150 heures environ) fournit un produit sublimable : l'éther phosphoreux neutre de l'érythran $POHOC^4H^6O$ résultant de la réaction des deux oxhydriles phosphoreux sur les deux fonctions alcool secondaire de l'érythran. Ce composé est immédiatement décomposé par l'eau pour donner l'éther phosphoreux acide de l'érythran, $P(OH)^2OC^4H^7O^2$, dans lequel un seul oxhydrile phosphoreux est combiné.

» L'acide érythrophosphoreux et l'éther phosphoreux acide de l'érythran n'ont pu être isolés de leurs sels, car ils sont très instables et saponifiés lentement par l'eau froide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des acides organiques.* Note de MM. **Oechsner de Coninck** et **Raynaud**, présentée par M. H. Moissan.

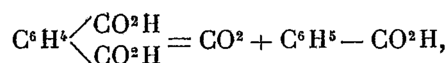
« Nous nous sommes proposé d'étudier la stabilité relative des acides formant les premiers termes de la série formique, et d'expliquer le mécanisme de la décomposition, par l'acide sulfurique, des acides benzoïque et phtalique.

» *Acides gras.* — Nous avons attaqué par un grand excès d'acide sulfurique concentré, en ayant soin de chauffer très progressivement les acide acétique, propionique, butyrique normal, isobutyrique, valérianique normal et isovalérianique. Nous avons pu comparer les vitesses de décomposition en notant le brunissement de la liqueur, l'apparition de CO^2 et le dégagement final de SO^2. L'acide acétique cristallisable a montré une grande résistance; l'acide propionique une résistance un peu moindre. La résistance a été en diminuant de ce dernier acide aux acides butyrique et valérianique normaux, c'est-à-dire au fur et à mesure que la chaîne devient plus riche en groupements élémentaires (CH^2).

» Quant aux deux acides isobutyrique et isovalérianique, ils sont beaucoup moins stables que leurs deux isomères; ainsi, l'acide valérianique brunit à froid, et il suffit d'une température peu élevée pour le décomposer en CO^2 et en SO^2. Ce résultat pouvait être prévu, à cause de la présence dans ces acides de groupements élémentaires (CH). La réaction avec l'acide sulfurique fournit donc un bon moyen de mesurer la stabilité relative des acides de la série grasse.

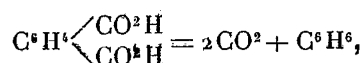
» *Acide benzoïque.* — De l'acide benzoïque très pur, du toluène, a été attaqué par un fort excès de SO^4H^2; nous avons obtenu des gaz carbonique et sulfureux. La liqueur refroidie a été saturée par de la craie pulvérisée, étendue, avec une certaine quantité d'eau, puis filtrée. Le filtratum précipitait par l'oxalate ammonique, et renfermait les sels de calcium de l'acide phényl-sulfureux et des acides benzoïques sulfonés. L'acide benzoïque s'est donc, partiellement, conjugué avec l'acide sulfurique. Une autre partie s'est scindée en CO^2 et C^6H^6, et ce carbure s'est conjugué à son tour.

» *Acide phtalique.* — Cet acide présente une très grande résistance à l'acide sulfurique. Tout d'abord, il se forme, dans le col du ballon, un sublimé neigeux d'anhydride phtalique. Ensuite apparaît le gaz carbonique; or, à ce dégagement correspond la formation d'une quantité équivalente d'acide benzoïque :



$$C^6H^4\begin{cases}CO^2H\\CO^2H\end{cases} = CO^2 + C^6H^5 - CO^2H,$$

et ce dernier acide est décomposé dans le sens indiqué plus haut. Nous avons trouvé effectivement une petite quantité de phénylsulfite de calcium, en saturant la liqueur par un excès de craie, lors de la première phase de la réaction. Toutefois cette décomposition n'a été que partielle. Aussi bien, nous ferons remarquer que, si l'acide phtalique s'était totalement décomposé,



$$C^6H^4\begin{cases}CO^2H\\CO^2H\end{cases} = 2CO^2 + C^6H^6,$$

a formation d'acide phényl-sulfureux aurait été beaucoup plus considérable.

» En prolongeant l'action de SO^4H^2, nous avons obtenu, en outre, des acides phtaliques sulfonés $C^6H^3(SO^3H)(CO^2H)^2$ isomériques. Ces acides étaient mélangés avec une certaine proportion d'acides benzoïques sulfonés $C^6H^4(SO^3H)CO^2H$. »

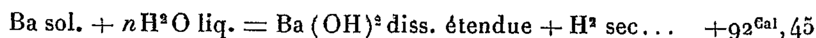
CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la chaleur de formation de quelques composés du baryum.* Note de M. GUNTZ, présentée par M. Haller.

« Nous ne possédons jusqu'ici aucune donnée sur la chaleur d'oxydation du baryum; j'ai pensé qu'il serait intéressant de combler cette lacune.

» Je suis parti d'un métal dont l'analyse faite avec soin a donné :

Ba, 98,35; Hg, 0,83; Fe, 0,40

et j'ai traité par l'eau un poids déterminé de ce métal. On trouve ainsi à 16° pour la réaction



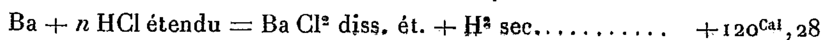
$$\text{Ba sol.} + n\text{H}^2\text{O liq.} = \text{Ba(OH)}^2 \text{ diss. étendue} + \text{H}^2 \text{ sec}\ldots \quad +92^{\text{Cal}},45$$

moyenne de deux expériences successives ayant donné

$$+93,05, \quad +91,90$$

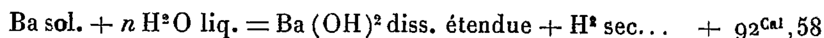
en rapportant chaque fois le nombre au poids réel de baryum contenu dans l'échantillon. On admet également que les impuretés ne jouent aucun rôle.

» J'ai contrôlé ce résultat en dissolvant, dans de l'acide chlorhydrique étendu (HCl dans 10^{l}), un produit contenant 98 pour 100 seulement de baryum et j'ai trouvé, après correction à 16°,



$$\text{Ba} + n\text{ HCl étendu} = \text{BaCl}^2 \text{ diss. ét.} + \text{H}^2 \text{ sec}\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +120^{\text{Cal}},28$$

On en déduit que



$$\text{Ba sol.} + n\text{H}^2\text{O liq.} = \text{Ba(OH)}^2 \text{ diss. étendue} + \text{H}^2 \text{ sec}\ldots \quad +92^{\text{Cal}},58$$

nous admettrons en moyenne $+92^{\text{Cal}},5$.

» Ce nombre permet de calculer facilement la chaleur d'oxydation du baryum, on trouve ainsi

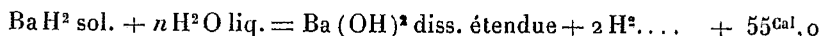


$$\text{Ba} + \text{O} = \text{BaO sol}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +133^{\text{Cal}},4$$

C'est la valeur désignée par la lettre A dans les données thermochimiques de M. Berthelot.

» Ce nombre connu, il est facile de mesurer la chaleur de formation des composés du baryum.

» J'ai déterminé la chaleur de formation de l'hydrure de baryum en décomposant un poids connu de cet hydrure par l'eau. L'expérience donne pour



$$\text{BaH}^2 \text{ sol.} + n\text{H}^2\text{O liq.} = \text{Ba(OH)}^2 \text{ diss. étendue} + 2\text{H}^2\ldots \quad +55^{\text{Cal}},0$$

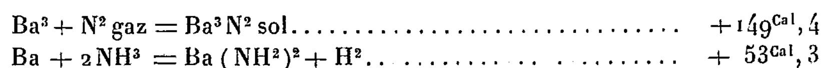
d'où l'on déduit



$$\text{Ba} + \text{H}^2 = \text{BaH}^2\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +37^{\text{Cal}},5$$

» Avec M. Mentrel, nous avons déterminé la chaleur de formation de l'azoture de baryum Ba^3N^2 et de l'amidure $Ba(NH)^2$ en dissolvant ces composés dans l'eau et l'acide chlorhydrique étendu.

» L'expérience a donné les nombres suivants :



$Ba^3 + N^2$ gaz $= Ba^3N^2$ sol. . . . . $+149^{Cal},4$

$Ba + 2NH^3 = Ba(NH^2)^2 + H^2$. . . . . $+53^{Cal},3$

» Ces données expliquent les résultats que nous avons signalés en étudiant les équilibres qui se produisent entre l'hydrogène, l'azote et l'ammoniaque dans l'action de ces composés sur le baryum. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les chlorures de chlorocinnamylidène et de bromocinnamylidène.* Note de MM. **Ernest Charon** et **Edgar Dugoujon**, présentée par M. A. Haller.

« Dans un Travail antérieur (1) nous avons démontré que le chlorure de cinnamylidène fonctionnait comme un chlorure d'acide et était comme tel décomposé par l'eau à froid. Nous avons de plus mis en évidence que cette propriété particulière était due à la double liaison voisine du groupement $CHCl^2$. Dans le Travail présent nous apportons de nouveaux faits, démontrant qu'il y a un rapport entre le caractère non saturé de la molécule et la stabilité du groupement $CHCl^2$.

» Nos recherches ont porté sur l'aldéhyde cinnamique α-bromée fondant à 73° et sur l'aldéhyde α-chlorée fondant à 36°.

» L'aldéhyde α-bromée est un composé saturé (2) malgré sa formule



$$C^6H^5 - CH = CBr - CHO.$$

» Si ce corps n'est pas saturé d'après le schéma qui le représente, il l'est expérimentalement.

» Nous avons, en effet, constaté à nouveau qu'on peut le mettre en présence du brome, même sans diluer par un dissolvant, sans qu'il y ait dégagement de chaleur. Le brome évaporé, on retrouve le composé primitif.

» Il n'en est pas de même pour l'aldéhyde chlorée $C^6H^5 - CH = CCl - CHO$. On n'a pas tenté jusqu'ici la préparation des composés complètement saturés en partant de ce corps, probablement parce que, par analogie avec le dérivé bromé, on le supposait incapable de réagir par le groupement $- CH = CCl$.

(1) E. Charon et E. Dugoujon, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 94.

(2) Zincke et Hagin, *Berichte*, Vol. XVII, p. 1815.

» Nous avons reconnu qu'il peut se bromer ou se chlorer en donnant les aldéhydes :

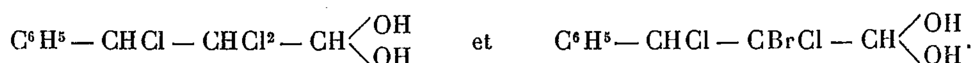


$$C^6H^5 - CHCl - CCl^2 - CHO \quad \text{et} \quad C^6H^5 - CHBr - CClBr - CHO.$$

» La fixation d'halogène n'est possible qu'à la condition de ne pas refroidir et de ne pas employer de dissolvants diluant les corps en présence.

» On liquéfie seulement l'aldéhyde par une trace de chloroforme ou d'acide acétique pour amorcer la réaction. Une fois commencée, elle marche bien avec dégagement de chaleur. Il ne faut pas craindre, en opérant sur quelques grammes, de détruire la matière par cette élévation de température ; elle est assez faible et facilite, au contraire, la saturation complète de la molécule.

» Les aldéhydes trichlorées $C^6H^5 - CHCl - CCl^2 - CHO$ et chlorodibromées $C^6H^5 - CHBr - CClBr - CHO$ ainsi obtenues se présentent sous forme d'huiles épaisses se décomposant à chaud avec dégagement d'hydracide. Nous ne les avons pas obtenues cristallisées. Comme le chloral et ses homologues, elles donnent avec l'eau des hydrates très bien cristallisés, de formules :



$$C^6H^5 - CHCl - CHCl^2 - CH\langle{}^{OH}_{OH} \quad \text{et} \quad C^6H^5 - CHCl - CBrCl - CH\langle{}^{OH}_{OH}.$$

» Le vide sulfurique suffit pour ramener peu à peu ces hydrates cristallisés à l'état d'aldéhydes anhydres liquides.

» Par oxydation chromique en solution dans l'acide acétique nous avons démontré l'exactitude des formules données plus haut.

» On obtient en effet ainsi les acides $C^6H^5 - CHBr - CClBr - COOH$ fondant à 138° au lieu de 136° trouvé par Forrer [1] pour le même composé préparé par une autre méthode et 112° pour l'acide $C^6H^5 - CHCl - CCl^2 - COOH$ non encore signalé.

» On peut donc ranger les aldéhydes cinnamiques par rapport à l'état de saturation dans l'ordre suivant : aldéhyde lui-même, dérivé monochloré, dérivé monobromé.

» Cela découle des faits précédents et de ce que nous savions déjà sur l'aldéhyde cinnamique qui fixe très énergiquement le brome et le chlore.

» L'étude des dérivés chlorés



$$C^6H^5 - CH = CCl - CHCl^2 \quad \text{et} \quad C^6H^5 - CH = CBr - CHCl^2$$

confirme cette manière de voir.

» Nous avons préparé ces deux nouveaux chlorures par l'action du perchlorure de phosphore sur les aldéhydes.

» On laisse tomber peu à peu l'aldéhyde pulvérisée sur du perchlorure pris en léger excès et délayé dans l'éther anhydre pour amorcer la réaction.

» On obtient ainsi un liquide qui est traité par l'eau glacée et repris par l'éther.

---

(1) Forrer, *Berichte*, vol. XVI, p. 855.

L'évaporation de l'éther donne une huile qui, reprise par l'éther de pétrole et énergiquement refroidie, abandonne des cristaux en écailles blanches nacrées brillantes. Le mode de préparation est le même pour les deux composés.

» $C^6H^5 - CH = CBr - CHCl^2$ fond à 55° et distille à 167°-168° sous 3cm,5; $C^6H^5 - CH = CCl - CHCl^2$ fond à 47° et distille à 155° sous 3cm.

» Ces deux composés sont beaucoup plus stables que le dérivé cinnamique correspondant.

» $C^6H^5 - CH = CBr - CHCl^2$ ne dégage pas d'hydracide, même après une longue exposition à l'air humide; abandonné sous l'eau plusieurs mois, il est resté cristallisé. Si l'on chauffe à l'ébullition maintenue même 1 heure, il se liquéfie, mais est à peine attaqué. L'eau prend seulement une légère réaction acide. Par refroidissement, on peut le faire cristalliser à nouveau en amorçant, et c'est bien $C^6H^5 - CH = CBr - CHCl^2$ qui cristallise et non l'aldéhyde bromée.

» Le dérivé $C^6H^5 - CH = CCl - CHCl^2$ est moins stable, il dégage HCl à l'air humide. Sous l'eau à froid il se liquéfie au bout de quelque temps. Si l'on chauffe, l'eau devient très acide, et la liquéfaction est rapide et définitive. En refroidissant, on ne retrouve plus le dérivé cristallisé initial, et l'on peut mettre en évidence la formation en abondance de l'aldéhyde chlorée.

» Nous voyons donc, pour conclure, qu'il y a parallélisme complet entre le caractère non saturé de la molécule et la stabilité du groupement $CHCl^2$ voisin de la double liaison.

» Le chlore et le brome rattachés à un des carbones de la double liaison annihilent partiellement pour le chlore, entièrement pour le brome, cette double liaison.

» Elle existe toujours d'après la formule, mais en fait le dérivé bromé se comporte comme un corps saturé, et le dérivé chloré a perdu une partie de son énergie de réaction par la double liaison. »

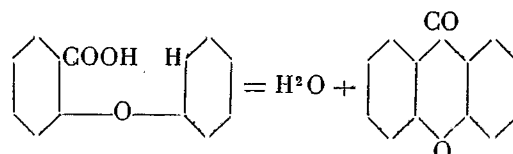
CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformations des éthers diphénylcarboniques et monophénylsalicyliques.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

« Lorsqu'on chauffe du carbonate de phényle $CO^3(C^6H^5)^2$ en présence de carbonate neutre de sodium, on voit de grosses bulles de gaz se former sur le dépôt de sel alcalin et venir crever à la surface du liquide. On obtient ainsi un dégagement abondant d'anhydride carbonique, accompagné de vapeurs de phénol. Cette réaction commence bien au-dessous du point d'ébullition de l'éther phénylique, elle est due à la présence de CO^3Na^2.

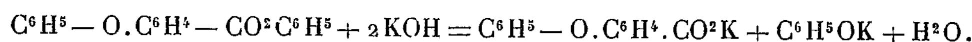
» En effet, le carbonate de phényle, chauffé seul sans CO^3Na^2, ne subit aucune transformation sensible et ne dégage pas CO^2, ni à sa température d'ébullition (306°),

ni, à plus forte raison, à celle, beaucoup plus basse, où commence à se déclarer la réaction précédente.

» En maintenant vers 200°-250°, poids égaux de carbonate de phényle et de CO^3Na^2, jusqu'à cessation presque complète de dégagement gazeux, on a obtenu un volume considérable de CO^2 et une huile qui, rectifiée, a donné du phénol et très peu d'oxyde de phényle. Le résidu fixe de la réaction est une masse faiblement colorée, qui, par dissolution dans l'eau, au bain-marie, abandonne une petite quantité d'huile, insoluble dans les alcalis et les carbonates alcalins. La solution aqueuse contenant CO^3Na^2, traitée par HCl, dégage CO^2 et dépose un corps liquide qui, par dissolution dans l'eau bouillante et refroidissement, se transforme en tablettes blanches brillantes, identiques à l'acide phénoxyorthobenzoïque $C^6H^5-O.C^6H^4-CO^2H$, de M. Græbe. La nature de cette substance a été établie par son point de fusion 113°, sa décomposition en oxyde de phényle et sa transformation en diphénopyrone, d'après une intéressante réaction, indiquée par M. Græbe :



» Le produit huileux, insoluble dans les carbonates alcalins, purifié par lavage à la soude, se concrète et cristallise de l'alcool en aiguilles fusibles à 109°. C'est le phénoxybenzoate de phényle $C^6H^5-O.C^6H^4.CO^2.C^6H^5$, ainsi que l'établit l'analyse et sa décomposition par la potasse alcoolique, suivant l'équation



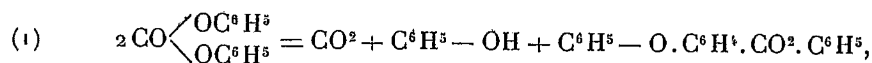
$$C^6H^5-O.C^6H^4-CO^2C^6H^5+2KOH=C^6H^5-O.C^6H^4.CO^2K+C^6H^5OK+H^2O.$$

» L'acide phénoxybenzoïque provenant de cette saponification a été caractérisé par sa transformation en xanthone.

» En étudiant attentivement cette action curieuse du carbonate de sodium sur le carbonate de phényle, nous avons pu obtenir (en dehors de CO^2 et du phénol) presque exclusivement, soit

soit
Le phénoxybenzoate de phényle ..... $C^6H^5-O.C^6H^4.CO^2.C^6H^5$
L'acide phénoxybenzoïque .... $C^6H^5-O.C^6H^4.CO^2H$

» 1° *Transformation de* $CO^3(C^6H^5)^2$ *en phénoxyorthobenzoate de phényle.* — En présence d'une petite quantité de CO^3Na^2 [0g,50 pour 10g de $CO^3(C^6H^5)^2$] à des températures comprises entre 200° et 300°, le carbonate de phényle donne CO^2, du phénol, un peu d'oxyde de phényle, une proportion insignifiante d'acide phénoxybenzoïque, $C^6H^5-O.C^6H^4.CO^2H$, et, surtout, du phénoxybenzoate de phényle $C^6H^5-O-C^6H^4-CO^2-C^6H^5$, engendré d'après l'équation

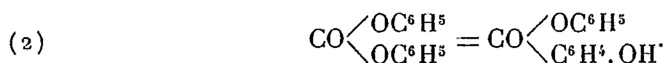


$$(1)\qquad 2CO\left\langle\begin{matrix}OC^6H^5\\OC^6H^5\end{matrix}\right. = CO^2+C^6H^5-OH+C^6H^5-O.C^6H^4.CO^2.C^6H^5,$$

ainsi que l'établissent, assez sensiblement, les poids des corps formés.

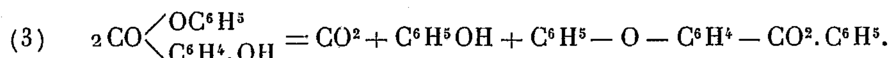
» C'est l'équation finale de la réaction et non celle des termes intermédiaires.

» Il est, en effet, fort possible que le carbonate de phényle se transforme d'abord, par simple migration moléculaire, en salicylate de phényle



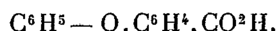
$$(2)\qquad CO\begin{cases}OC^6H^5\\OC^6H^5\end{cases} = CO\begin{cases}OC^6H^5\\C^6H^4.OH\end{cases}$$

» Cette hypothèse a pour elle quelque vraisemblance, car, d'après nos expériences, comme on le verra plus loin, le salicylate de phényle au contact d'une faible quantité de CO^3Na^2, dans les mêmes conditions que le carbonate de phényle, fournit les mêmes substances que ce dernier, ainsi que le montre la comparaison de (1) avec (3)



$$(3)\qquad 2\,CO\begin{cases}OC^6H^5\\C^6H^4.OH\end{cases} = CO^2 + C^6H^5OH + C^6H^5 - O - C^6H^4 - CO^2.C^6H^5.$$

» 2° *Transformation de* $CO^3(C^6H^5)^2$ *en acide phénoxyorthobenzoïque.* — Avec un grand excès de CO^3Na^2 [50g pour 30g de $CO^3(C^6H^5)^2$], on obtient un excellent rendement en acide phénoxybenzoïque $C^6H^5 - O.C^6H^4.CO^2H$, accompagné de CO^2, de phénol, d'un peu d'oxyde de phényle et de diphénopyrone. La formation de l'acide phénoxybenzoïque, à l'exclusion du phénoxybenzoate de phényle, trouve facilement son explication dans la présence d'un excès de carbonate alcalin. Dans une première phase, $CO^3(C^6H^5)^2$ se transforme en phénoxybenzoate de phényle; dans une deuxième, celui-ci subit l'action saponifiante de CO^3Na^2 pour se dégrader en

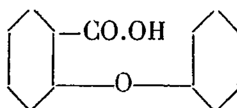


$$C^6H^5 - O.C^6H^4.CO^2H.$$

En effet, le phénoxybenzoate de phényle, chauffé avec CO^3Na^2, a donné du phénol, CO^2 et $C^6H^5 - OC^6H^4.CO^2H$. Cette transformation exige la mise en jeu de plusieurs équations et nécessite plusieurs vérifications délicates, encore inachevées.

» *Transformations du salicylate de phényle* $OH.C^6H^4.CO^2C^6H^5$. — Ce corps se comporte comme $CO^3(C^6H^5)^2$ en présence de CO^3Na^2; avec une petite quantité de ce dernier réactif, on obtient $C^6H^5 - O.C^6H^6H^4 - CO^2.C^6H^5$, d'après l'équation (3); avec un excès de CO^3Na^2, c'est l'acide phénoxybenzoïque $C^6H^5 - O - C^6H^4 - CO^2H$ qui se forme.

» Ces réactions, appliquées aux carbonates de phényle symétriques ou dissymétriques et aux divers salols, nous fournissent des acides ou leurs éthers phényliques de formule générale $CO^2H.C^nX^{p-2} - O.C^{n'}X^{p'-1}$, possédant dans leurs molécules la structure suivante :

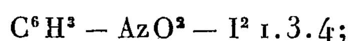


» La déshydratation de ces acides conduit facilement à des pyrones phénylées connues ou inconnues, symétriques ou dissymétriques que nous préparons. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau phénol diiodé.* Note de M. **P. Brenans**, présentée par M. A. Haller.

« Dans plusieurs Communications antérieures ([1]), j'ai étudié les dérivés diiodés du phénol $C^6H^3 - OH - I^2$ 1.2.4, 1.2.6, 1.3.6, 1.3.5; la présente Note a pour objet de faire connaître un cinquième isomère, le diiodophénol $C^6H^3 - OH - I^2$ 1.3.4. Je l'ai obtenu en partant de la paranitraniline monoiodée $C^6H^3 - AzH^2 - AzO^2 - I$ 1.4.2, par la succession des transformations suivantes :

» 1° Le dérivé diazoïque de cette nitraniline iodée a été décomposé au moyen de l'iodure de potassium et changé en *nitrobenzène diiodé*



$$C^6H^3 - AzO^2 - I^2 \text{ 1.3.4};$$

» 2° La réduction de ce nitrobenzène iodé a fourni l'*aniline diiodée* correspondante $C^6H^3 - AzH^2 - I^2$ 1.3.4;

» 3° Enfin le sulfate diazoïque de cette base a été chauffé en présence d'eau et transformé en *phénol diiodé* $C^6H^3 - OH - I^2$ 1.3.4.

» Je vais indiquer les circonstances dans lesquelles ces réactions ont été effectuées et exposer les propriétés de ces corps nouveaux.

» I. Nitrobenzène diiodé, $C^6H^3 - AzO^2 - I^2$ 1.3.4. — Pour transformer la paranitraniline iodée $C^6H^3 - AzH^2 - AzO^2 - I$ 1.4.2 en nitrobenzène diiodé $C^6H^3 - AzO^2 - I^2$ 1.3.4, on dissout $26^g,4$ de ce composé dans un mélange de 125^{cm^3} d'acide acétique et de 75^{cm^3} d'acide sulfurique concentré. La solution est additionnée, en agitant à l'aide d'une turbine, de 75^{cm^3} d'eau glacée; une partie du sulfate de la base se précipite ainsi très divisée. On ajoute au mélange refroidi à 0°, en agitant, une solution de $7^g,25$ de nitrite de soude dans 75^{cm^3} d'eau froide. L'addition terminée en 1 heure, on agite encore 1 ou 2 heures, en laissant la température remonter vers 10°. On introduit ensuite, peu à peu et en refroidissant, dans la solution incomplète contenant le dérivé diazoïque, une solution de 17^g d'iodure de potassium dans 50^{cm^3} d'eau. Pour achever la décomposition, on porte lentement le mélange vers 60°. Le précipité de nitrobenzène diiodé obtenu, après refroidissement et dilution avec de l'eau, est essoré, lavé et purifié en le dissolvant dans l'alcool chaud. La liqueur, après avoir été maintenue à l'ébullition pendant 2 heures avec du noir animal, est filtrée bouillante; elle laisse cristalliser à froid 25^g à 26^g d'un corps formé d'aiguilles prismatiques. Ce dérivé cristallise dans un mélange d'alcool et d'éther en prismes allongés, jaune soufre,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 831; t. CXXXIV, p. 357; t. CXXXV, p. 177; t. CXXXVI, p. 236.

fusibles, après cette nouvelle cristallisation, à 112°,5 et présentant la composition d'un *nitrodiiodobenzène;* c'est l'isomère $C^6H^3 - AzO^2 - I^2$ 1.3.4.

» J'ai comparé ce produit au *nitrobenzène diiodé,* fusible à 112°,5, que MM. Kœrner et Wender ont préparé en faisant réagir l'acide azotique sur le diiodobenzène $C^6H^4 - I^2$ 1.2 (¹); ces auteurs n'ont pas établi la constitution de leur composé. En répétant leur expérience, j'ai vérifié que ces deux *nitrodiiodobenzènes* sont un seul et même corps, ayant la constitution que je lui ai attribuée plus haut. Cette constitution est tirée de celle de la *paranitraniline* $C^6H^4 - AzH^2 - AzO^2$ 1.4 qui est le point de départ pour la préparation de la *paranitraniline monoiodée* $C^6H^3 - AzH^2 - AzO^2 - I$ 1.4.2. La constitution de ce dernier corps se trouve confirmée par sa transformation en $C^6H^3 - AzO^2 - I^2$ 1.3.4, composé préparé aussi, comme je l'ai dit plus haut, à partir du *diiodobenzène* $C^6H^4 - I^2$ 1.2 dont la constitution est certaine.

» II. Aniline diiodée, $C^6H^3 - AzH^2 - I^2$ 1.3.4. — J'ai transformé le *nitrobenzène diiodé* $C^6H^3 - AzO^2 - I^2$ 1.3.4 en *aniline diiodée* $C^6H^3 - AzH^2 - I^2$ 1.3.4 en ajoutant à une solution de 27g de protochlorure d'étain dans 50cm³ d'acide chlorhydrique 15g du *nitrobenzène diiodé* pulvérisé. On porte le tout à la température du bain-marie; la réduction est terminée après 6 à 8 heures de chauffe, si l'on a soin d'agiter le mélange de temps en temps. On met la base en liberté en additionnant le produit de la réaction de lessive de soude étendue et employée en excès. Le précipité est recueilli sur un filtre, on le lave, on le sèche entre deux feuilles de papier à filtrer; on extrait l'aniline avec de l'éther et l'on filtre la solution éthérée. Le résidu de la distillation de l'éther est dissous à chaud dans de l'alcool à 60°; par refroidissement de la liqueur, on obtient 12g à 13g d'un corps cristallisé en paillettes jaunes. En laissant refroidir sa solution dans un mélange chaud de benzène et d'éther de pétrole, cette aniline cristallise en paillettes ou prismes jaune pâle, fusibles à 74°,5, présentant la composition d'une *aniline diiodée.*

» Cette base est très soluble dans le benzène, l'éther, l'acide acétique, l'alcool; elle est moins soluble dans l'éther de pétrole. Elle distille difficilement avec la vapeur d'eau; elle s'altère lentement à l'air ou à la lumière.

» Le *dérivé benzoylé* $C^6H^5 - CO - AzH - C^6H^3 - I^2$ précipite quand on ajoute à une solution de diiodaniline dans l'éther sec un excès de chlorure de benzoyle. On dissout le précipité obtenu dans l'alcool chaud; le composé cristallise en aiguilles incolores, fusibles à 174° (corr.). Il est peu soluble dans l'éther de pétrole et le benzène.

» III. Phénol diiodé, $C^6H^3 - OH - I^2$ 1.3.4. — Pour transformer la *diiodaniline* $C^6H^3 - AzH^2 - I^2$ 1.3.4 en *phénol diiodé* $C^6H^3 - OH - I^2$ 1.3.4, on introduit, par petites fractions, 5g de la base dans 60cm³ d'acide sulfurique concentré. La solution est

(¹) Kœrner et Wender, *Gazetta chim. ital.,* t. XVII, p. 491.

versée, peu à peu et en agitant avec une turbine, dans 150$^{cm^3}$ d'eau glacée; le sulfate de l'amine iodée précipite très divisé dans une liqueur fortement acide. Au mélange refroidi au-dessous de 0°, on ajoute, en continuant à agiter, une solution de 1^g,25 de nitrite de soude dans 50$^{cm^3}$ d'eau froide. L'addition terminée en 1 heure, on agite encore 1 ou 2 heures en laissant la température revenir vers 15°. On transvase le liquide émulsionné, renfermant le diazo, dans un ballon et l'on porte le tout peu à peu vers 60°. A ce moment, on fait arriver dans le ballon, disposé sous un réfrigérant ascendant, de la vapeur d'eau. La liqueur acide est ainsi portée à l'ébullition, que l'on maintient une demi-heure environ. Après refroidissement, on recueille le produit de la réaction constitué par une substance huileuse, colorée, dont une partie a cristallisé en aiguilles incolores. On le lave et on le purifie en le dissolvant dans un excès de potasse étendue; une faible quantité d'une matière résineuse n'est pas dissoute. La solution alcaline filtrée est précipitée par l'acide sulfurique dilué. On traite le précipité huileux ainsi séparé par un demi-litre d'eau bouillante; une partie du produit entre en dissolution et cristallise, par refroidissement, en fines aiguilles qu'on recueille sur un filtre. On renouvelle trois à quatre fois le même traitement avec l'eau mère. Le rendement est de 2^g environ.

» Après une nouvelle cristallisation dans l'eau, le *diiodophénol* a été obtenu en longues aiguilles, incolores, fusibles à 83°. Ce corps est très soluble dans les solvants organiques usuels, la ligroïne exceptée; il distille difficilement avec la vapeur d'eau. C'est l'isomère $C^6H^3 — OH — I$ 1.3.4.

» Son *éther benzoïque* $C^6H^3 — CO^2 — C^6H^3 — I^2$ 1.3.4 est cristallisé. Il a été obtenu en maintenant une heure, à 125°-150°, un mélange de diiodophénol avec du chlorure de benzoyle en excès. Le produit de la réaction a été purifié en le lavant avec une solution alcaline et tiède; il a cristallisé dans l'acide acétique en longues aiguilles incolores, fusibles à 123°. Cet éther est soluble à chaud dans le benzène, l'acide acétique et l'alcool. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles bases dérivées des pentoses.* Note de M. E. **Roux**, présentée par M. A. Haller.

« En réduisant les oximes de l'arabinose et du xylose par la même méthode que nous avons employée, M. Maquenne et moi (1), pour le glucose, j'ai obtenu deux bases nouvelles, l'*arabinamine* et la *xylamine*.

» Arabinamine : $C^5H^{11}O^4AzH^2$. — Le mode de préparation de cette base est semblable à celui qui a servi à obtenir la glucamine; c'est également sous forme d'oxalate qu'on la retire des produits de la réduction de l'arabinosoxime par l'amalgame de sodium.

» L'arabinamine se présente sous forme d'une masse blanche, à texture cristalline,

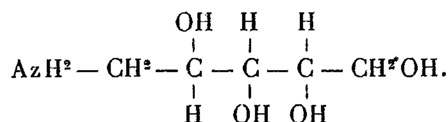
(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 980.

de saveur caustique et légèrement sucrée, qui fond vers 98°-99° et donne à l'analyse des nombres concordant avec la formule $C^5H^{13}AzO^4$. Elle est très soluble dans l'eau et assez soluble dans l'alcool. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$, en solution aqueuse à 5 pour 100, est — 4°,58, sans multirotation.

» L'arabinamine possède tous les caractères d'une base énergique; elle se carbonate à l'air et peut être titrée avec les acides forts au moyen des indicateurs ordinaires. Elle agit sur les sels métalliques comme l'ammoniaque et déplace cette dernière de ses combinaisons. Elle dissout l'oxyde d'argent et cette dissolution donne un miroir à chaud. Elle ne réduit pas la liqueur de Fehling. Par l'iode, en solution aqueuse, elle donne de l'iodoforme.

» Traitée par l'acide iodhydrique fumant, à 140°, elle donne de l'amylamine normale, caractérisée par son chloroplatinate. Ce dernier cristallise en belles lamelles hexagonales jaune vif, assez solubles dans l'eau et presque insolubles dans l'alcool.

» D'après la notation proposée par M. Maquenne, elle représente l'*amino-1-pentanetétrol* $\frac{2}{3.4}.5$



» *Oxalate neutre :* $(C^5H^{11}O^4AzH^2)^2C^2O^4H^2$. — Ce sel, très peu soluble dans l'alcool, est très soluble dans l'eau. Il cristallise en aiguilles prismatiques fondant à 189°-190°. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ est — 13°,5 sans multirotation.

» *Oxamide :* $(C^5H^{11}O^4AzH)^2C^2O^2$. — On l'obtient en déshydratant par la chaleur l'oxalate précédent. Il cristallise en petites lamelles rectangulaires qui fondent à 217°-218°.

» *Chlorhydrate :* $C^5H^{11}O^4AzH^2$, HCl. — Cristallise en lamelles triangulaires, très solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool, fondant à 137°-138°.

» *Chloroplatinate :* $(C^5H^{11}O^4AzH^2)^2PtCl^6$. — Cristallise en belles aiguilles jaune orangé. Extrêmement soluble dans l'eau, sans être déliquescent.

» *Iodhydrate :* $C^5H^{11}O^4AzH^2$, HI. — Cristallise en lamelles assez épaisses ayant la forme de fers de lance. Très soluble dans l'eau et peu soluble dans l'alcool. Fond à 190°-191°.

» *Picrate :* $C^5H^{11}O^4AzH^2$, $C^6H^3Az^3O^7$. — Cristallise en belles aiguilles jaune vif, ayant la forme de coins et groupées en houppes. Très soluble dans l'eau et peu soluble dans l'alcool. Fond à 144°-145°, en se décomposant peu à peu.

» *Arabinamine-urée :* $C^5H^{11}O^4AzH — CO — AzH^2$. — On l'obtient par réaction du cyanate de potassium sur le sulfate d'arabinamine. Ce corps, très soluble dans l'eau et peu soluble dans l'alcool, cristallise en longues et fines aiguilles rigides, formant un feutre volumineux. Il fond à 152°-153°.

» L'hypobromite de soude le décompose avec dégagement d'azote, en donnant des produits réducteurs qui disparaissent très rapidement par oxydation.

» *Arabinamine-phénylurée :* $C^5H^{11}O^4AzH — CO — AzHC^6H^5$. — Ce corps résulte de l'action de l'isocyanate de phényle, en quantité théorique, sur l'arabinamine, en

solution dans la pyridine. Très soluble dans l'alcool, mais peu soluble dans l'eau, il cristallise par refroidissement dans ce dernier dissolvant, en minces lamelles, en forme de fers de lance, groupées par la pointe. Il fond à 179°.

» *Arabinamine-phénylurée tétracarbamique :*



$$C^6H^5AzH - CO - AzHC^5H^7O^4(COAzHC^6H^5)^4.$$

On l'obtient dans les mêmes conditions que le corps précédent, mais en employant l'isocyanate de phényle en excès. Produit amorphe, blanc, insoluble dans l'eau, très peu soluble dans l'alcool. Il fond à 303° en se décomposant peu à peu.

» *Acétylacétone-arabinamine :* $\begin{matrix} CH^3 - CO - CH^2 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> C = AzC^5H^{11}O^4$. — Résulte de l'action de l'acétylacétone bouillante, en excès, sur l'arabinamine. Longues aiguilles plates, feutrées, très solubles dans l'alcool et dans l'eau, fusibles à 160°.

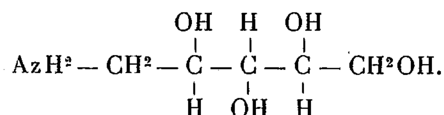
» *Benzal-arabinamine :* $C^5H^{11}O^4Az = CHC^6H^5$. — On l'obtient en faisant réagir, à l'ébullition, un excès d'aldéhyde benzoïque sur l'arabinamine. Masse nacrée de longues et minces lamelles rectangulaires, peu solubles dans l'eau, très solubles dans l'alcool, fondant à 160°-161° en se décomposant.

» *Mercapto-arabinoxazoline :* $Az \!\!<\!\! \begin{matrix} CH^2 - CH - (CHOH)^2 - CH^2OH \\ C(SH) - O \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad \end{matrix}$. — Traitée par du sulfure de carbone, l'arabinamine (¹) donne la mercapto-arabinoxazoline, sous forme d'aiguilles prismatiques groupées en houppes, très solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool, fondant à 172°,5. Ce corps est très stable et donne un dérivé diargentique insoluble dans l'eau et dans l'alcool froids.

» XYLAMINE : $C^5H^{11}O^4AzH^2$. — La xylamine s'extrait, à l'état d'iodhydrate, des produits de la réduction de la xylosoxime, par l'amalgame de sodium, en liqueur acide.

» La xylamine constitue un sirop épais, incolore, de saveur caustique et sucrée, ayant à chaud une forte odeur de lessive, très soluble dans l'eau et dans l'alcool.

» En solution à 5 pour 100, son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ est d'environ $-8°,5$, sans multirotation. Ses propriétés chimiques sont celles de son isomère, l'arabinamine; elle représente l'*amino-1-pentanetétrol* $\frac{2.4}{3}.5$



$$AzH^2 - CH^2 - \underset{H}{\overset{OH}{C}} - \underset{OH}{\overset{H}{C}} - \underset{H}{\overset{OH}{C}} - CH^2OH.$$

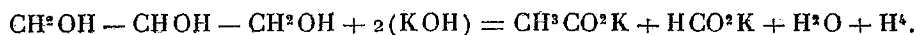
» Je n'ai pu faire cristalliser aucun des dérivés que j'en ai préparés et, parmi ses sels, je n'ai pu obtenir que l'iodhydrate à l'état pur.

» *Iodhydrate :* $C^5H^{11}O^4AzH^2, HI$. — Il cristallise en belles aiguilles prismatiques, très solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool, qui fondent sans altération à 206°. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ est $-12°,50$. »

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1589.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcalis sur la glycerine. Application de la reaction au dosage de la glycérine.* Note de M. **A. Buisine.**

« Dumas a montré que la potasse ou plutôt la chaux potassée agit, à une *douce chaleur,* sur la glycérine, en donnant de l'acétate et du formiate de potassium, de l'eau et de l'hydrogène :



$$CH^2OH - CHOH - CH^2OH + 2(KOH) = CH^3CO^2K + HCO^2K + H^2O + H^4.$$

» J'ai repris l'étude de cette réaction dans des conditions de température parfaitement déterminées, en recueillant, mesurant et analysant le gaz hydrogène formé.

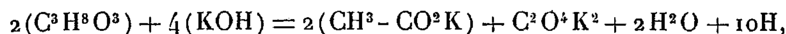
» J'emploie pour cela l'appareil que nous avons imaginé et décrit [1] à propos de l'analyse des cires. Je chauffe un mélange de glycérine, de potasse et de chaux potassée, placé dans le ballon de cet appareil mis en communication avec le réservoir à gaz. L'appareil est disposé de façon à recueillir et à mesurer facilement le gaz produit dans la réaction. De plus, le mélange est chauffé dans un bain de mercure, à des températures fixes, jusqu'à 340° environ.

» Le volume du gaz, qui est toujours, dans ces limites de température, de l'hydrogène pur, varie considérablement avec la température à laquelle on porte le mélange.

Entre	220°-250° 1g de glycérine donne environ		480cm³	d'hydrogène à 0° et 760mm.
»	250°-280°	»	600cm³	»
»	280°-320°	»	710cm³	»

» La première phase correspond à la réaction de Dumas, qui donne théoriquement 483cm³,5 d'hydrogène à 0° et 760mm pour 1g de glycérine.

» La seconde phase correspond à l'équation



$$2(C^3H^8O^3) + 4(KOH) = 2(CH^3-CO^2K) + C^2O^4K^2 + 2H^2O + 10H,$$

qui conduit théoriquement à un dégagement de 603cm³,4 d'hydrogène à 0° et 760mm pour 1g de glycérine, avec formation d'acétate et d'oxalate de potassium.

» C'est qu'en effet, entre ces limites de température (250°-280°) le formiate de potassium, formé dans la première phase, se décompose (nous l'avons vérifié directement) en oxalate de potassium et hydrogène, d'après l'équation



$$2(CHO^2K) = C^2O^4K^2 + H^2,$$

avec un dégagement de 132cm³ d'hydrogène pour 1g de formiate de potassium.

» Enfin, entre 280° et 320° se produit la troisième phase, dans laquelle la glycérine

(1) A. et P. Buisine, *Dict. de Würtz,* 3e supplément. Article *Cires*, p. 1208.

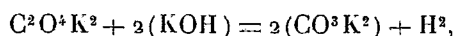
se décompose en donnant de l'acétate et du carbonate de potassium avec de l'hydrogène



$$2(C^3H^8O^3) + 6(KOH) = 2(CH^3\text{-}CO^2K) + 2(CO^3K^2) + 2H^2O + 12H,$$

soit théoriquement $725^{cm^3},6$ d'hydrogène à $0°$ et 760^{mm} pour 1^g de glycérine.

» Cela résulte de la décomposition, à cette température, de l'oxalate de potassium, primitivement formé aux dépens du formiate, qui provenait lui-même de la glycérine ; cette décomposition, que nous avons aussi vérifiée directement, a lieu d'après l'équation



$$C^2O^4K^2 + 2(KOH) = 2(CO^3K^2) + H^2,$$

avec 120^{cm^3} d'hydrogène pour 1^g d'oxalate neutre de potassium.

» Quant à l'acétate de potassium, autre produit de la réaction, il n'est décomposé dans ces conditions qu'à une température beaucoup plus élevée, en méthane et carbonate de potassium.

» En résumé, on obtient, par l'action de la glycérine sur la chaux potassée, trois réactions différentes, suivant qu'on chauffe à 220°-250°, 250°-280°, 280°-320°. Le gaz qui se dégage est de l'hydrogène pur, dont le volume varie notablement d'une réaction à la suivante.

» Ces réactions peuvent être appliquées au dosage de la glycérine, par la mesure du volume d'hydrogène dégagé. Nous donnons, dans ce cas, la préférence à la réaction 3, c'est-à dire que nous chauffons le mélange de potasse et de chaux potassée à 320° pendant 1 heure.

» La méthode est d'une application facile, avec l'appareil que nous avons décrit; elle est, en outre, d'une sensibilité très grande, puisque 1^{mg} de glycérine dégage $0^{cm^3},7$ d'hydrogène. Elle est surtout recommandable pour le dosage de petites quantités de glycérine. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur l'existence de l'arsenic dans l'œuf de la poule.* Note de M. **Gab. Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« A la suite de mes recherches sur l'arsenic normal de l'organisme, j'ai cru logique d'admettre que ce métalloïde est, ainsi que le carbone, le soufre ou le phosphore, un élément constant de la cellule vivante; que, au lieu d'être localisé dans certains organes, comme pensait l'avoir établi M. Arm. Gautier, il existe au contraire dans tous les tissus [1].

---

[1] Gab. Bertrand, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1434, et t. CXXXV, 1902, p. 809. — Arm. Gautier, *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 812.

» Si cette conclusion est exacte; si, bien mieux, l'arsenic est un élément physiologique, c'est-à-dire nécessaire à l'existence, il doit y en avoir dans l'organisme à toutes les périodes de la vie, aussi bien dans les cellules embryonnaires que chez l'adulte. On doit dès lors en rencontrer dans l'œuf des oiseaux, là où l'embryon est obligé d'accomplir tout son développement sans pouvoir tirer du milieu extérieur la plus petite partie de l'arsenic dont il a besoin.

» Cette manière de voir m'a conduit à rechercher l'arsenic dans l'œuf de la poule, et je puis donner aujourd'hui les résultats positifs auxquels je suis parvenu.

» Des œufs de ces oiseaux, élevés à Paris dans un espace clos, et nourris, depuis plusieurs générations, avec des grains de froment, de sarrazin et des débris de légumes, ont été séparés en quatre parties : les coquilles, les membranes coquillières, les blancs et les jaunes. Dans une portion aliquote de chacune de ces parties on a dosé la matière sèche; le reste a été attaqué par le mélange d'acides nitrique et sulfurique suivant la méthode que j'ai déjà eu l'occasion de décrire [1].

» Les réactifs utilisés étaient extrêmement purs, puisqu'on n'a pu déceler trace du métalloïde dans 300^g d'acide nitrique, évaporés, par portions, en présence de 20^g d'acide sulfurique [2].

» Comme, d'autre part, on a pris seulement 5^g à 30^g d'acide nitrique et 2^g à 8^g d'acide sulfurique pour chaque attaque (correspondant à 2 ou 3 œufs), on peut être sûr que l'arsenic isolé n'a pas été introduit par les réactifs.

» Toutes les parties de l'œuf de poule contiennent des quantités appréciables d'arsenic, mais c'est le jaune qui, de beaucoup, est le plus riche. Sur $\frac{1}{200}$ de milligramme, trouvé en moyenne dans un seul œuf, la moitié, jusqu'aux deux tiers, appartient au jaune.

» Le blanc est, au contraire, le plus pauvre.

» Enfin, malgré son faible poids, la membrane coquillière renferme à peu près autant et quelquefois plus d'arsenic que le blanc. C'est dire que cette substance, de nature kératinique, est relativement très riche en métalloïde. Avec certains œufs, il m'a suffi d'attaquer $0^g,15$ de membrane coquillière, correspondant à un seul œuf, pour obtenir un bel anneau arsenical.

---

(1) *Ann. de l'Institut Pasteur,* t. XVII, 1903, p. 1-10, et mieux encore : *Ann. de Chim. et de Phys.*, 1903.

(2) Les procédés de purification des réactifs sont décrits dans le Mémoire des *Ann. de Chim. et de Phys.* Malheureusement, par suite des nécessités de la mise en pages, ce Mémoire, imprimé depuis plusieurs mois, n'a pas encore paru.

» Ces résultats, différents de ceux qui ont été publiés antérieurement, n'ont pu être obtenus qu'en raison de l'extraordinaire sensibilité de ma méthode de recherche. Ils confirment l'existence et le rôle probable de l'arsenic dans toutes les cellules vivantes, et autorisent à tirer, en toute certitude, les conséquences qui découlent de cette importante observation. »

EMBRYOLOGIE GÉNÉRALE. — *Influence des rayons du radium sur les œufs vierges et fécondés, et sur les premiers stades du développement.* Note de M. **Georges Bohn**, présentée par M. Alfred Giard.

« Sur le conseil de M. Giard, j'ai cherché à préciser le mode d'action des rayons de Becquerel sur la matière vivante, en plaçant des œufs vierges ou fécondés dans le voisinage du tube de radium mis obligeamment à ma disposition par M. Curie. J'ai opéré sur les œufs d'un Oursin, *Strongylocentrotus lividus*. 41 expériences ont porté sur environ 8000 individus, non compris un nombre égal de témoins.

» Normalement le développement débute par les périodes suivantes : 1° constitution au moyen des cellules de l'œuf segmenté d'une membrane sphérique ciliée (*blastula*); 2° formation d'une cavité digestive (*gastrulation*); 3° transformation de la gastrula en une larve dite *pluteus*. La gastrulation est un *stade critique* pour l'animal.

» 1° *Expériences pendant la gastrulation.* — En exposant des *blastula* aux rayons du radium pendant 20 minutes, 40 minutes, 1 heure, 2 heures, on constate qu'elles n'évoluent pas en *gastrula*, mais que les mouvements ciliaires deviennent beaucoup plus intenses; il y a un optimum qui correspond à une exposition de 40 minutes.

» Si la gastrulation est commencée, elle s'arrête ou se fait irrégulièrement, on obtient des larves avec une cavité digestive réduite ou remplacée par une masse irrégulière de cellules; parfois même il n'y a que la bouche primitive (*prostome*); l'effet est d'autant plus prononcé que la durée d'exposition est plus longue (5 minutes à 2 heures).

» 2° *Expériences après la gastrulation.* — Les *gastrula* soumises momentanément aux rayons du radium prennent souvent la forme d'un tronc de pyramide quadrangulaire caractéristique des *pluteus*, mais n'acquièrent pas les expansions en forme de bras favorisant la natation. Les *pluteus* sont de petite taille et atrophiés.

» 3° *Expériences avant la gastrulation.* — Quel que soit le stade que l'on expose aux radiations, le résultat est le même : on obtient une *blastula* qui ne se transforme pas en *gastrula;* en outre la segmentation qui conduit à la formation de cette *blastula* est troublée; les variations portent sur la vitesse de la segmentation et sur sa régularité; une exposition de 40^m accélère la segmentation, une exposition plus prolongée la retarde; ici encore on retrouve l'optimum; souvent les cellules qui proviennent de la

segmentation sont inégales et se groupent un peu irrégulièrement en une sphère creuse. Cette inégalité est d'autant plus sensible que l'action du radium s'est exercée d'une façon plus précoce; elle atteint son maximum lorsqu'on soumet aux radiations les éléments reproducteurs eux-mêmes.

» *Expériences sur les éléments reproducteurs.* — Les rayons du radium affaiblissent rapidement les spermatozoïdes ou les tuent; au contraire, les œufs soumis à leur influence semblent devenir plus aptes à être fécondés; avec des œufs d'oursin mourants qui donnaient péniblement après fécondation le stade 2, j'ai obtenu avec l'aide du radium les stades 4 et 8 (irréguliers).

» Si enfin on expose des œufs non fécondés aux rayons du radium, certains de ces œufs (2 à 4 pour 100) évoluent sans le concours d'un spermatozoïde (*parthénogénèse*); on obtient des embryons irréguliers, en général des *demi-morula* de 4 ou 8 cellules attachées à un gros blastomère subissant rarement une bipartition.

» Ces dernières expériences confirment les précédentes. Les rayons du radium agissent sur la chromatine du noyau; suivant la durée de l'exposition, ils augmentent son activité ou bien ils la détruisent. Ils tuent les spermatozoïdes, amas de chromatine nus, mais excitent la chromatine de l'ovule protégée par du protoplasma, déterminant la *parthénogénèse*. Ils confèrent à la chromatine de l'œuf fécondé des propriétés durables, qui ont leur retentissement sur l'organisme au moment où celui-ci est en voie de croissance et de rénovation (métabolisme).

» Ces rayons ne semblent pas avoir une action spécifique sur des tissus déterminés. Ils agissent sur l'ectoderme des têtards de Batraciens et sur l'endoderme des *gastrula* d'Oursins, car l'un et l'autre sont en voie d'évolution et de différenciation. Des expériences encore inédites m'ont montré qu'ils ont peu d'action sur les Hirudinées adultes, dont les tissus sont en quelque sorte immuables. Chez l'homme, la peau, qui est en voie de rénovation perpétuelle, est atteinte, mais pas le muscle. Toutefois on peut se demander pourquoi certains éléments permanents de l'organisme, les cellules nerveuses, par exemple, sont sensibles à ces radiations? J'espère répondre prochainement à cette objection. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la formation du pigment mélanique dans les tumeurs du cheval.* Note de M. C. **Gessard**, présentée par M. Duclaux.

« La mélanine ou pigment noir de l'œil, de la peau, etc., a été assimilée de longue date, aux points de vue physique et chimique, à la mélanine des seiches, qui constitue 78 pour 100 de ces mollusques (Prout). On devait rechercher si l'analogie se poursuit sur le terrain biologique, et si nos

récentes acquisitions sur le mécanisme de formation du noir des Céphalopodes pourraient s'appliquer à la production de ce pigment chez les autres animaux.

» La production anormale de mélanine dans les tissus sains ou morbides, rare chez l'homme, est commune chez les chevaux, où elle comporte aussi une signification moins redoutable. Elle se rencontre surtout chez les chevaux blancs. Ce sont les tumeurs mélaniques du cheval qui ont servi à mes recherches (¹).

» Je dirai d'abord la conclusion où j'ai abouti; c'est la suivante : chez les chevaux et chez les seiches, c'est le même mécanisme biochimique qui produit le noir; il comprend deux agents, une diastase oxydante et un chromogène. Et je viens aussitôt au point de dissemblance, qui complique l'étude des tumeurs mélaniques.

» Cette dissemblance est d'autant plus frappante que les conditions étaient comparables de part et d'autre. Car j'appliquais aux tumeurs le même traitement qui m'avait servi pour les seiches : macération en eau chloroformée et séparation par la bougie de porcelaine des granulations pigmentaires en suspension. Or, à quelque moment qu'on prenne la macération de glandes du noir des seiches, elle ne contient jamais que l'un des facteurs du produit noir, la diastase, à l'exclusion de l'autre facteur, le chromogène. Au contraire, à maintes reprises de l'essai du macéré des tumeurs mélaniques, il semble que le chromogène seul passe dans l'eau chloroformée. En réalité, les résultats successifs, dans une observation suivie, peuvent s'exprimer par le schéma ci-après, qui s'applique aussi bien à l'emploi des parties solides qu'à l'emploi de la bouillie qui se trouve au centre des tumeurs ramollies.

» Les tumeurs, finement hachées sitôt extraites, étaient mises en contact avec trois parties d'eau chloroformée, et le tout maintenu à la glacière. Les premiers produits d'une macération, après 24 heures ou même un temps plus long, sont peu colorés, ne changent pas à l'air : ils ne contiennent que du chromogène. Un peu plus tard, le produit de filtration du macéré, originairement plus teinté, se fonce encore avec le temps, à partir de la surface au contact de l'air : il contient dès lors de la diastase à côté du chromogène. Ces caractères originels et adventices du liquide filtré vont s'accentuant dans les prises suivantes jusqu'au point où, par l'épuisement de la diastase et la complète précipitation du pigment qu'elle forme au sein de la macération, il ne

(¹) J'exprime ici tous mes remercîments à MM. Galibert et Vieillard, vétérinaires sanitaires à l'abattoir de Villejuif, pour l'obligeance avec laquelle ils m'ont fourni tous les renseignements et les matériaux dont j'ai eu besoin pour cette étude.

passe plus à la bougie qu'un liquide incolore comme celui du début, incapable désormais de se foncer à l'air, mais où il est possible encore de mettre en évidence la présence du chromogène. Je ne saurais assigner de date fixe à l'échéance de ces différents résultats; leur constatation implique un tâtonnement véritable au moyen d'essais journaliers.

» Les réactifs employés pour ces essais sont : d'une part, la solution de tyrosine, où la réaction du macéré des tumeurs rappelle de tout point la tyrosinase et doit faire conclure à la présence d'une tyrosinase dans ce produit; d'autre part, la macération riche en tyrosinase de certains champignons, qui détermine dans ce même produit l'apparition successive de colorations rose, rouge-grenat et brune. Dans l'état actuel de nos connaissances, cette réaction est spécifique et il n'est pas de réactif plus sensible de la tyrosine. J'ai, d'ailleurs, obtenu la tyrosine cristallisée par un traitement approprié des tumeurs mélaniques.

» La tyrosine est donc le chromogène dont l'oxydation par la tyrosinase détermine la formation du pigment noir commun à divers produits physiologiques et pathologiques de l'économie animale, et l'on peut dire que la couleur du Nègre est due à la même réaction qui fait l'encre de la Seiche et le noir de certains Champignons. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Loi de l'action de la trypsine sur la gélatine.* Note de MM. **Victor Henri** et **Larguier des Bancels**, présentée par M. Alfred Giard.

« Il n'existe pas de méthode permettant de poursuivre quantitativement l'action d'une diastase protéolytique; les méthodes proposées par différents auteurs consistent à employer soit de l'albumine coagulée, soit de la gélatine; et l'on détermine le temps de digestion de l'albumine ou le temps après lequel la gélatine ne se gélifie plus. Enfin, dernièrement, on a proposé de suivre une digestion par la mesure de la viscosité. Aucune de ces méthodes ne permet d'étudier l'influence de la quantité d'albuminoïde sur la vitesse de digestion; or, c'est l'étude de cette influence qui constitue le problème principal qui permet de décider à quel groupe de réactions catalytiques appartient la réaction étudiée, ainsi que cela a été montré par l'un de nous [1].

» Nous avons appliqué à l'étude de l'action des diastases protéolytiques la méthode de mesure de la conductibilité électrique et nous avons choisi, comme substance à transformer, la gélatine.

---

[1] V. Henri, *Lois générales de l'action des diastases*, p. 11. Hermann, 1903.

» Sous l'action d'un ferment protéolytique, tel que le suc pancréatique additionné de kinase, la conductibilité électrique de la gélatine augmente et, en suivant la vitesse d'augmentation de cette conductibilité électrique, on peut se rendre compte de la marche de la digestion.

» Lorsqu'on opère à 44° et avec des diastases actives, on observe déjà, au bout de 10 minutes, une variation très sensible de la conductibilité électrique; donc, déjà au point de vue de la rapidité des déterminations, on peut apprécier l'activité d'une trypsine en un temps beaucoup plus court que celui qui est nécessaire pour les autres méthodes.

» La première question qu'il s'agissait d'étudier était l'influence de la concentration de la solution en gélatine sur la vitesse de la digestion. Nous avons pris des solutions de gélatine à 5 pour 100, et à 2,5 pour 100; ces solutions étaient portées à 44°, et 10^{cm^3} de chacune d'elles mis dans les vases à résistance électrique; puis on ajoute une certaine quantité de suc pancréatique (par exemple 1^{cm^3}) porté également à 44°, et, au bout de quelques minutes, on ajoute un volume déterminé de solution de kinase (c'est-à-dire de macération intestinale); les mesures commencent à partir de ce moment; on détermine toutes les 10 minutes la résistance électrique de la solution. Voici d'abord les résultats de deux séries; les nombres indiquent les variations des conductibilités électriques multipliées par 10^5.

Première série.

	Gélatines.	
Durées.	à 5 pour 100.	à 2,5 pour 100.
10 minutes........... ...	17	15
24 »	34	25
39 »	44	30
600 »	122	65

Seconde série.

	Gélatines.	
Durées.	à 5 pour 100.	à 2,5 pour 100.
11 minutes........... ...	11	12
23 »	24	22
37 »	34	29

» L'examen de ces résultats montre :

» 1° Que la variation de la conductibilité électrique est régulière et qu'elle se produit suivant une courbe qui se ralentit continuellement avec le temps;

» 2° Que, dans les premières minutes, la variation est la même pour deux concentrations différentes en gélatine (à 5 pour 100 et à 2,5 pour 100); donc la vitesse de digestion au début est la même pour deux concentrations différentes en gélatine.

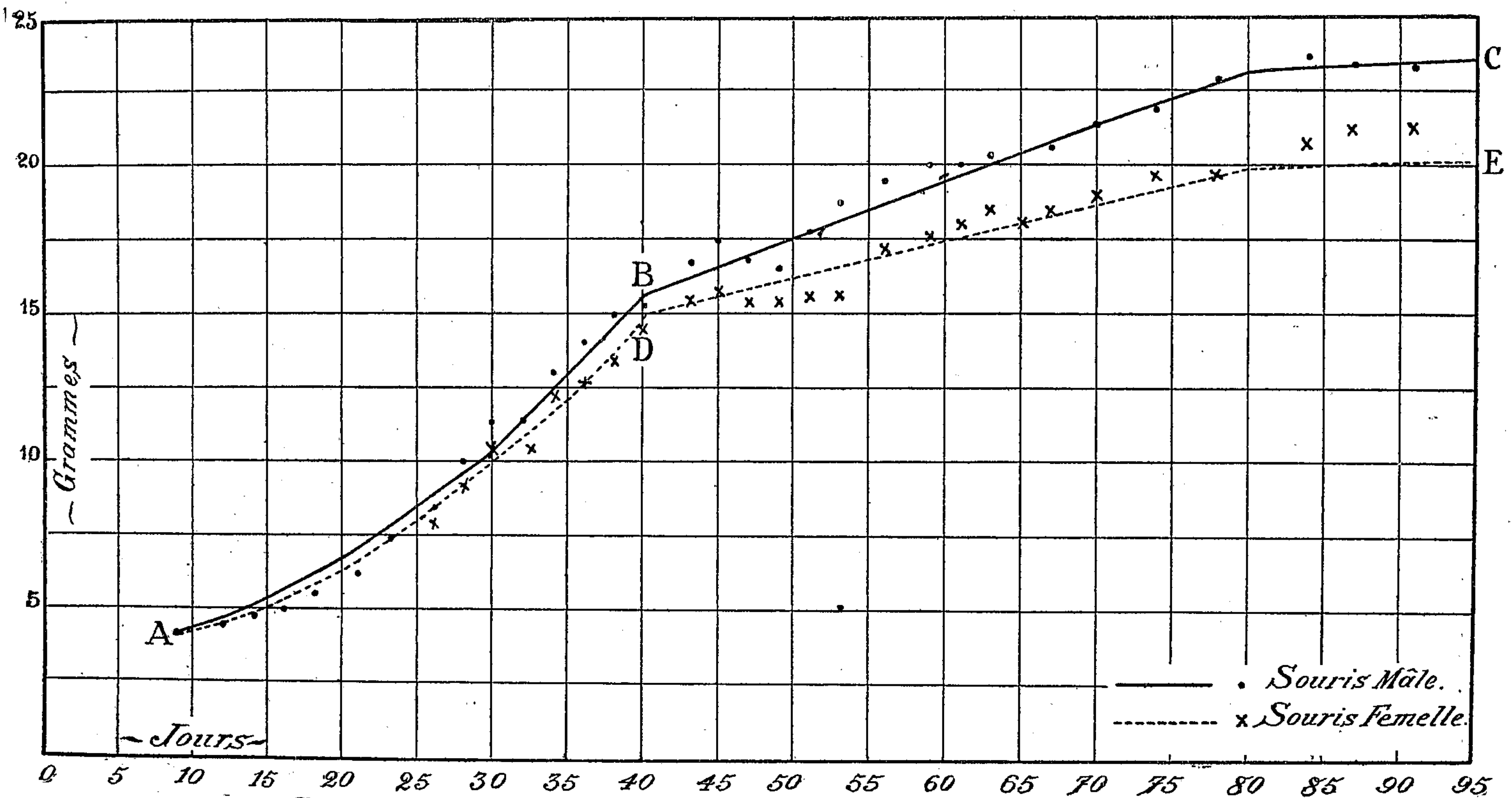
» Ce résultat rapproche l'action de la trypsine sur la gélatine de l'action

de l'amylase, de l'invertine et de l'émulsine. Il montre que l'action de la trypsine présente le même caractère que les diastases des hydrates de carbone qui distingue les actions de ces diastases de l'action produite par les acides. Il permet donc de faire, dès maintenant, l'hypothèse que l'action de la trypsine n'est pas une action catalytique pure, mais qu'elle se produit avec formation de combinaisons intermédiaires entre la trypsine et la gélatine. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur la croissance en poids de la souris blanche.* Note de Mlle **M. Stefanowska**, présentée par M. Alfred Giard.

« D'une étude sur la croissance des diverses espèces animales, nous détachons un graphique touchant la croissance en poids de deux souris blanches (un mâle et une femelle). Les animaux nés et élevés en été (1902) ont été nourris de pain blanc trempé dans du lait, ainsi que de grains de froment. La nourriture a toujours été abondante. Ce n'est qu'à partir du vingt-sixième jour après la naissance qu'on a commencé à faire des pesées individuelles. Les huit premiers jours manquent dans les courbes.

» Dans leur allure générale, les deux courbes présentent entre elles une analogie frappante. L'âge adulte est atteint chez les deux sexes au bout de 3 mois. Les courbes présentent quatre périodes principales : première période d'accroissement lent, jusqu'au seizième jour de la vie; deuxième période, la plus longue, du seizième au quarante-cinquième jour, où l'accroissement est au maximum; on y observe un court arrêt du trentième au trente-deuxième jour; mais il est à supposer que cet arrêt accidentel est d'ordre pathologique, car à ce moment les deux congénères des souris en expérience succombèrent à une cause inconnue. Remarquons aussi que cet arrêt passager n'a aucunement influé sur l'allure générale de la courbe, et que la perte a été immédiatement compensée (d'accord avec les observations de Minot sur le cobaye). La troisième période, du quarante-cinquième au soixante-septième jour, correspondant à l'établissement de la puberté, est caractérisée surtout par sa marche irrégulière. Dès le début de cette période, nous voyons une inflexion considérable, suivie bientôt par une rapide ascension, à laquelle succède une phase d'arrêt dans la croissance (du cinquante-neuvième au soixante-septième jour). Le mâle pesait à la fin de cette époque environ 20^g; la femelle, 18^g. A la quatrième période, du soixante-septième jour jusqu'à l'âge adulte (quatre-vingt-onzième jour), la croissance reprend de nouveau son cours.



Courbes de croissance de la souris blanche.

» Bowditch, E. Schmidt ont vu sur l'homme, et Saint-Yves Ménard sur les girafes que la croissance n'est point parallèle dans les deux sexes, mais qu'à certains âges il y a prédominance alternative de l'un des sexes. Chez nos deux souris rien de semblable. A aucun moment nous ne voyons le poids de la femelle dépasser celui du mâle. Le mâle, un peu plus pesant que la femelle dès le début, s'en écarte progressivement dans le cours du développement; mais, malgré cet écart grandissant, on est frappé de la grande similitude des deux courbes. Parmi les différences entre les sexes notons celle qui s'observe à partir du quarante-cinquième jour : dans la croissance de la femelle on observe une phase d'arrêt d'une huitaine de jours, tandis que chez le mâle cet arrêt est plus court et en même temps plus brusque, suivi aussitôt d'une ascension rapide et plus précoce. La seconde phase d'arrêt (du cinquante-neuvième au soixante-septième jour) coïncide sensiblement chez les deux sexes. Minot chez le cobaye et Houssay chez le poulet ont observé un ralentissement de la croissance vers l'époque de la puberté.

» A l'âge adulte (le quatre-vingt-onzième jour), le mâle pesait $23^g,3$, la femelle $20^g,1$. Les pesées reprises le trois cent vingt-cinquième jour ont montré, conformément à des faits observés sur l'homme à partir d'un certain âge, que le poids des animaux a diminué; le poids moyen du mâle, pris pendant 20 jours consécutifs, est $22^g,5$; celui de la femelle est $19^g,8$.

» Si l'on fait passer des courbes de sentiment ABC, ADE, à travers les points d'observation, on trouve deux courbes AB, AD, à concavités tournées vers les y croissants, et deux courbes BC, DE, à concavités tournées vers les y décroissants, qui se coupent respectivement en deux points anguleux B et D.

» M. Bastien, qui a bien voulu nous prêter son concours mathématique, a trouvé (y représentant les grammes, x les jours) pour les équations de ces courbes, qui sont des hyperboles, les relations suivantes :

$$(1)\qquad \text{AB}\quad (8y-x)(3y-2x)-26x+300y-825=0,$$

$$(2)\qquad \text{AD}\quad (8y-x)(3y-2x)-22x+304y-880=0,$$

$$(3)\ \text{BC}\quad (5y-x)(300y+x)+7055x-46900y+270150=0,$$

$$(4)\ \text{DE}\quad (8y-x)(600y+x)+12080x-145300y+973000=0,$$

la sexualité femelle s'exprimant par une valeur absolue plus grande des constantes de la deuxième période (courbe DE).

» On trouve en appliquant les équations (3) et (4) au calcul des poids à des temps ultérieurs :

Jours.	Souris mâle.	Souris femelle.
	g	g
90	23,29	20,08
100	23,28	20,08
200	22,97	19,93
325	22,56	19,73

» Aux environs du centième jour se produirait donc la décroissance en poids. La concordance entre les observations que nous avons rapportées pour le trois cent vingt-cinquième jour et la valeur de la formule est donc aussi parfaite que possible : il serait d'ailleurs facile par des rectifications légères de plier à des observations ultérieures quelconques les constantes des secondes hyperboles. »

BOTANIQUE. — *Un nouvel appareil sécréteur chez les Conifères.* Note de M. G. **Chauveaud**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« L'appareil sécréteur acquiert chez les Conifères une importance très grande, ainsi que l'ont montré surtout les belles recherches de mon maître M. Van Tieghem ([1]). Cet appareil, tel qu'il a été décrit jusqu'ici, est caractérisé essentiellement par ce fait que les produits de sécrétion sont déversés, hors des cellules, dans des espaces intercellulaires : canaux sécréteurs, « tubes sécréteurs », poches sécrétrices.

» Or, l'analyse complète du liber de ces plantes nous a amené à constater la présence d'un autre appareil sécréteur, dans lequel les produits s'accumulent, au contraire, à l'intérieur des éléments sécréteurs, qui constituent de véritables *laticifères*. Bien plus, on peut distinguer deux sortes de ces laticifères : les uns formés d'éléments plus ou moins allongés, disposés en file (*laticifères articulés*); les autres formés d'un seul élément de longueur indéfinie, mais non ramifiés (*laticifères continus*). Ces deux sortes de laticifères peuvent d'ailleurs se rencontrer dans la même espèce, chez les Cèdres par exemple.

» Ces laticifères présentent, suivant les plantes considérées, des diffé-

([1]) Ph.-Van Tieghem, *Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes* (*Ann. des Sc. nat.* 5e série, t. XVI, 1872). — *Sur la structure primaire et les affinités des Pins* (*Jour. de Bot.*, t. V, 1891, p. 265 et 281) et diverses autres publications.

rences assez grandes, de telle sorte qu'il convient de les décrire pour chaque espèce en particulier. Nous nous bornerons ici à des indications générales.

» La paroi des laticifères est mince et ne se distingue par aucun caractère particulier de la paroi des cellules du parenchyme voisin. Cela explique sans doute pourquoi elle a échappé aux observateurs précédents ([1]).

» Leur contenu est incolore ou peu coloré, granuleux, avec des gouttelettes en suspension, offrant d'ordinaire l'aspect d'une émulsion.

» Ces laticifères peuvent exister dans les différentes parties de la plante. Ils sont surtout localisés dans la moelle de la racine; tandis que, dans la tige et dans la feuille, ils sont surtout abondants sous l'épiderme.

» On les rencontre dans les diverses tribus de la famille.

» Ils apparaissent de très bonne heure et, dans l'embryon, ils prennent déjà un grand développement. C'est surtout dans les jeunes plantules que leur prépondérance est souvent très marquée.

» Leur nombre, généralement très grand, est par suite assez variable, mais leur répartition dans les différentes régions du corps est constante pour la même espèce. Comme, d'autre part, cette répartition peut différer dans la racine, la tige et la feuille, il en résulte un certain nombre de caractères différenciels qui, pour la distinction des espèces, s'ajouteront aux caractères si précieux déjà tirés des canaux sécréteurs par M. Van Tieghem. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Développement et structure anatomique du tégument séminal des Gentianacées.* Note de M. **Paul Guérin**, présentée par M. L. Guignard.

« Johow ([2]), le premier, a signalé les particularités que présentent, dans le développement de l'ovule, certaines espèces saprophytes du genre *Voyria*, chez lesquelles il n'y a pas formation de tégument ovulaire.

([1]) Très vraisemblablement ce sont ces laticifères qui ont été pris pour des espaces intercellulaires par M. Dangeard. Ils correspondent, en effet, aux *tubes sécréteurs*, au sujet desquels il s'exprime ainsi : « Il y aurait lieu de faire une étude spéciale des éléments que nous avons distingués sous le nom de *tubes sécréteurs;* ce sont des méats intercellulaires dont l'existence est très répandue et qui se trouvent ordinairement localisés sous l'épiderme, dans le péricycle et dans la moelle des plantules. » *Recherches sur les plantules des Conifères* (*Le Botaniste*, 3e série, p. 191).

([2]) F. Johow, *Die chlorophyllfreien Humus bewohner West Indiens* (*Jahrb. f. Wiss. Bot. Pringsheim,* t. LX, 1885, p. 442-446).

» Plus récemment, F. Billings [1] a suivi exactement dans quelques espèces de Gentianes le développement du tégument séminal et a attiré l'attention sur la différenciation très nette, dans le genre *Menyanthes*, de l'assise interne du tégument ovulaire, désignée par certains auteurs sous le nom de *tapis*.

» Les recherches analogues dont nous allons exposer les résultats ont trait à une trentaine de genres, comprenant plus de 200 espèces.

» A l'exception des *Voyria* qui sont dépourvus de tégument, et de l'*Obolaria virginica* L. qui, d'après Th. Holm [2], présente parfois aussi le même caractère, l'ovule des Gentianacées est toujours unitégumenté. Nous avons constaté que le nombre des assises cellulaires de ce tégument est très variable ; assez élevé chez les Ményanthoïdées, et en particulier dans le genre *Menyanthes* où il atteint 16 à 20, il se réduit chez les Gentianoïdées à 10, à 12 chez les *Sebæa, Crawfurdia*, et à 8 en moyenne chez les *Cicendia, Sabbatia, Microcala*. Dans les *Erythræa, Chlora*, on ne trouve généralement pas plus de 6 assises. Dans le genre *Gentiana*, le tégument ovulaire est constitué d'ordinaire par 8 assises cellulaires, exceptionnellement par 2 à 3 seulement dans le *Gentiana ciliata* L.

» Chez les Gentianoïdées, l'assise interne du tégument ovulaire ne présente aucune particularité, tandis que chez les Ményanthoïdées (*Nephrophyllidium, Menyanthes, Villarsia, Limnanthemum, Liparophyllum*), cette assise se caractérise de bonne heure par le cloisonnement et l'allongement radial de ses cellules (*tapis*).

» Les Gentianoïdées ont le tégument ovulaire toujours dépourvu de faisceau vasculaire. Ce dernier est, au contraire, très développé dans les Ményanthoïdées; mais alors que chez les *Menyanthes, Villarsia, Limnanthemum, Liparophyllum*, il fait le tour complet de l'ovule, son parcours est moitié moindre dans le *Nephrophyllidium*.

» Le sac embryonnaire, en contact avec le tégument ovulaire, par suite de la résorption complète du nucelle, est très petit en général. Il acquiert cependant de grandes dimensions dans le cas de certaines Gentianes, où les antipodes, ainsi que nous l'avons montré dans un récent travail [3], sont alors très développées et souvent nombreuses.

» Les modifications observées pendant le cours du développement et la transformation de l'ovule en graine sont différentes suivant que l'on considère les Gentianoïdées ou les Ményanthoïdées. Chez les premières, la résorption du tégument ovulaire se fait graduellement de l'intérieur vers l'extérieur, et l'assise externe persiste seule pour former le tégument séminal. Dans le cas des *Gentiana campestris* L.,

---

(1) F. Billings, *Beiträge zur Kenntniss der Samenentwickelung...* (*Flora*, 1901, p. 296-297).

(2) Th. Holm, *Obolaria virginica* L. A. *Morphological and anatomical Study* (*Ann. of Bot.*, t. XI, 1897, p. 369-383).

(3) P. Guérin, *Sur le sac embryonnaire et en particulier les antipodes des Gentianes* (*Journal de Botanique*, mars 1903).

G. germanica Willd, *G. amarella* L., *G. tenella* Rottb., les antipodes ne sont pas étrangères à ce travail. Elles jouent véritablement ici un rôle de digestion : des 6 à 8 assises cellulaires que comportait à l'origine le tégument ovulaire, il n'en existe souvent plus que 2 alors qu'apparaissent les premiers noyaux d'albumen.

» Chez les Ményanthoïdées, où le tégument ovulaire est toujours beaucoup plus épais, la résorption se fait d'abord en dehors de l'assise la plus interne (*tapis*), qui semble exercer une action digestive sur ses voisines et reste intacte jusqu'à une phase assez avancée du développement. Elle disparaît bientôt elle-même en même temps que la presque totalité du tégument ovulaire. La résorption est toutefois moins complète que chez les Gentianoïdées. Chez certains *Villarsia* et *Limnanthemum* et chez le *Nephrophyllidium crista-galli* Gilg. on retrouve toujours, au-dessous de l'assise épithéliale fortement épaissie et sclérifiée, quelques assises parenchymateuses. Le tégument séminal du *Menyanthes trifoliata* L. est encore beaucoup plus développé et comprend jusqu'à 15 assises de cellules à membranes très dures et pourvues de ponctuations.

» L'assise unique, qui constitue chez les Gentianoïdées le tégument séminal, présente dans sa structure de nombreuses modifications.

» Rarement, les membranes des cellules qui la composent restent minces (*Canscora*, *Sweertia* sp., *Curtia* sp., etc.).

» Si la paroi externe reste mince d'une façon générale, elle s'épaissit, par contre, dans le *Gentiana bella* Franch.

» Quant aux parois latérales et interne, elles présentent, dans la grande majorité des cas, des réseaux ou des cônes d'épaississement, ou des ponctuations.

» Parfois, les cellules du tégument séminal prennent un accroissement exagéré qui se manifeste par des poils ou des sortes de crêtes.

» Dans d'autres cas, enfin, le tégument séminal est réduit à une pellicule.

» *Conclusions.* — 1° L'assise la plus interne du tégument ovulaire est constituée, chez les Ményanthoïdées, par des cellules nettement caractérisées, allongées radialement, et riches en protoplasme (*tapis*).

» Les Gentianoïdées n'offrent rien de semblable.

» 2° Chez les Gentianoïdées, le tégument ovulaire se résorbe progressivement du centre vers la périphérie et le tégument séminal se réduit à l'assise externe de ce tégument ovulaire.

» Chez les Ményanthoïdées, au contraire, où le tégument ovulaire est toujours beaucoup plus épais, la résorption s'opère d'abord en dehors de l'assise ovulaire la plus interne (*tapis*). Cette dernière, qui persiste souvent assez longtemps, disparaît elle-même à son tour en même temps que la presque totalité du tégument ovulaire dont plusieurs assises, toutefois, concourent toujours à la formation de l'enveloppe séminale.

» 3° Le faisceau vasculaire, très développé dans l'ovule des Ményanthoïdées, fait complètement défaut chez les Gentianoïdées.

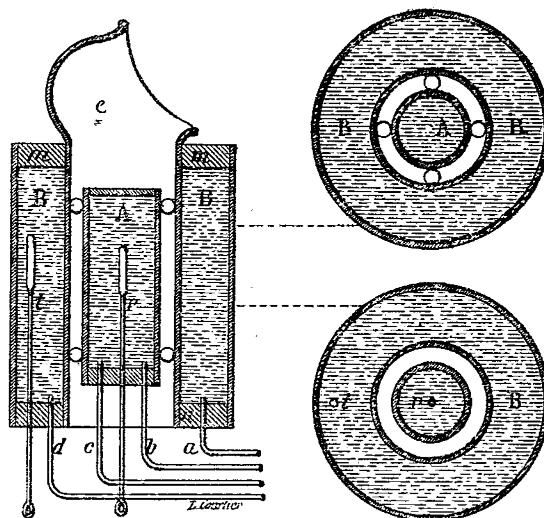
» Par les observations qui précèdent, se trouve confirmée une fois de plus l'opinion des auteurs qui, se fondant sur les caractères morphologiques et biologiques, et sur la structure anatomique des organes végétatifs de Gentianacées, ont proposé de subdiviser cette famille en deux sous-familles nettement distinctes, les *Gentianoïdées* et les *Ményanthoïdées*. »

PHYSIOLOGIE. — *Un hygromètre respiratoire*. Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Mes études de biologie m'ayant mis dans la nécessité de mesurer la tension de la vapeur d'eau dans l'air expiré, j'ai construit un appareil dont j'ai tiré les résultats que je désirais, mais après bien des essais. Comme il peut être utilisé par les physiologistes, je me propose d'en faire rapidement la description pour éviter à d'autres quelques-uns des tâtonnements qui ont entravé mes recherches, et parce que cet instrument fournit des données nouvelles et très intéressantes.

» C'est un hygromètre à condensation qui comprend deux parties principales :

» 1° Un tube de cuivre A plein d'eau, argenté et bruni extérieurement; ce tube re-



présente la paroi brillante sur laquelle l'apparition d'un nuage révèle la condensation de la vapeur d'eau de l'air qui l'entoure; le bout supérieur est fermé, l'inférieur ne laisse passer qu'un thermomètre *r* et deux tubes *b* et *c* par lesquels on peut amener de l'eau et faire varier la température.

» 2° Un ensemble destiné à maintenir autour de A une température voisine de celle du corps humain. Il comprend deux manchons de verre d'inégal diamètre et plus larges que A; ces deux manchons sont assemblés l'un dans l'autre par deux bouchons taillés en anneau, *m* et *n*, qui limitent une cavité annulaire B; cette cavité contient de l'eau dont la température est mesurée par un thermomètre *t* et que l'on peut renouveler à l'aide des deux tubes *a* et *d*. A la partie supérieure, le verre du manchon interne a été relevé en capuchon *e*, destiné à recevoir le nez.

» On a introduit A dans le manchon interne et, pour pour maintenir ces parties en position convenable, on a attaché les tubes *a*, *b*, *c*, *d* à une baguette de verre recourbée en U, ce qui les rend solidaires. J'ajoute que de petites perles de verre, fixées sur A, le tiennent éloigné du manchon interne.

» Tout cet appareil est adapté sur un bâti qui donne de la stabilité.

» Les tubes *c* et *d* sont reliés à une cuve à eau chaude; les tubes *a* et *b*, à une cuve à eau froide et sont munis de robinets. Si A et B ont été bien remplis d'eau, ainsi que les tubes, il suffit d'établir une légère différence de niveau des cuves et de manœuvrer les robinets pour amener de l'eau chaude ou de l'eau froide, quelle que soit la position du bâti.

» Pour mesurer la tension de la vapeur d'eau dans l'air expiré, on donne à B la température 38° ou 40°, on introduit le nez en *e*, on respire dans l'appareil et l'on regarde, dans un miroir placé devant, l'image du tube A. Supposons la température de A suffisamment basse, on voit un nuage se former dans l'expiration et disparaître dans l'inspiration. En maniant convenablement les robinets, on élève la température de A jusqu'au moment où le nuage ne se forme plus dans l'expiration et l'on note cette température. En faisant la manœuvre inverse on revient à une température où le nuage réapparaît dans l'expiration, on note cette autre température. En prenant la moyenne on a la température pour laquelle la tension actuelle de la vapeur d'eau de l'air expiré est maxima; on trouvera la valeur de cette tension maxima dans les livres de physique.

» Voici quelques exemples intéressants de mesures :

» I. Tension de la vapeur d'eau dans l'expiration ordinaire : $36^{mm},9$; dans l'expiration forcée : $40^{mm},4$; l'air expiré avait une température moyenne de 35°,6 pour laquelle la tension maxima est égale à $43^{mm},1$.

» II. Tension de la vapeur d'eau de l'air expiré par une personne respirant dans l'air sec (Ét. hyg. = 0,50), expiration ordinaire : $36^{mm},7$; expiration forcée : $40^{mm},2$; dans l'air humide (Ét. hyg. = 0,75), expiration ordinaire : $38^{mm},6$; expiration forcée : $41^{mm},4$.

» III. Tension de la vapeur d'eau dans l'expiration chez une personne au repos : $36^{mm},9$; après un exercice violent : $38^{mm},4$.

» Ces mesures faites récemment confirment à nouveau les conclusions du Mémoire que j'ai publié sur ce point particulier ([1]). Elles montrent

([1]) Pierre Lesage, *De la possibilité de quelques mycoses dans la cavité respira-*

que la tension de la vapeur d'eau de l'air expiré n'est pas maxima ou encore que cet air n'est pas saturé à sa température; que cette tension va en augmentant de l'entrée vers la profondeur des voies respiratoires; qu'elle est sous la dépendance de la tension dans l'air inspiré; et, enfin, qu'elle varie avec l'état de l'homme, etc.

» Nous avons là des données nouvelles qui doivent intéresser les physiologistes et les médecins. C'est en partant de ces données que j'ai été amené à vérifier que la germination des spores dans la trachée est sous la dépendance de l'air inspiré et de la profondeur à laquelle ces spores sont placées ([1]). »

BOTANIQUE. — *Germination des spores de Truffes; culture et caractères du mycélium truffier*. Note de M. **Louis Matruchot**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des cultures pures de deux espèces importantes de truffes : la truffe de Périgord (*Tuber melanosporum*) et la truffe de Bourgogne (*T. uncinatum*). Ce sont des cultures de mycélium truffier à l'état isolé et pur.

» J'obtins les premiers résultats de cette étude en semant des spores de *Tuber melanosporum* sur des tranches de pomme de terre additionnées de liquide nutritif, et préalablement rendues aseptiques par passage à l'autoclave. Au bout de quelques semaines le développement était déjà très abondant; je renouvelai à diverses reprises l'expérience, et aujourd'hui je suis en mesure de produire ce mycélium en quantité pour ainsi dire illimitée.

» Malgré la constance des résultats fournis par cette première série de cultures, et vu l'importance scientifique de la question, j'en voulus avoir une confirmation directe par l'étude du mycélium des truffières naturelles. Je me rendis alors dans la région du Périgord et je recueillis sur place, aussi aseptiquement que possible, du mycélium truffier. A partir de ce mycélium, j'ai réussi à obtenir des cultures pures : celles que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie montrent de toute évidence l'identité du mycélium du *T. melanosporum* provenant d'une truffière naturelle avec le mycélium obtenu de semis.

---

toire basée sur l'hygrométrie de cette cavité (*Thèse* de la Fac. de Méd. de Paris, octobre 1899).

([1]) Pierre Lesage, *Germination des spores de* Sterigmatocystis nigra *dans la trachée de quelques oiseaux* (*Comptes rendus*, 20 octobre 1902).

» Ces deux séries de cultures, d'origine si différente, se contrôlent mutuellement et démontrent que le mycélium que je possède en culture pure est bien le mycélium de la Truffe de Périgord.

» Mais, s'il était besoin d'une troisième preuve, elle serait fournie par la comparaison des cultures de *Tuber melanosporum* avec celles de *T. uncinatum*. J'ai répété, en effet, avec la Truffe de Bourgogne les cultures à partir de semis qui m'avaient réussi avec la Truffe du Périgord. Le mycélium obtenu, comme le montrent les cultures jointes à cette Note, ne diffère du mycélium de *T. melanosporum* que par quelques traits secondaires, de l'ordre des différences spécifiques.

» Cultivé dans les conditions du Laboratoire, le mycélium truffier, qu'il appartienne à l'une ou à l'autre des deux espèces, ne donne naissance à aucune forme conidienne; il est régulièrement cloisonné et s'agrège fortement et rapidement; il présente, comme beaucoup de mycéliums vivaces, une tendance à l'enkystement, surtout marquée dans le *T. uncinatum;* enfin il forme, d'une façon précoce chez *T. melanosporum,* d'une façon plus tardive chez *T. uncinatum,* des sclérotes qui vont grossissant régulièrement jusqu'à atteindre 8^{mm} à 10^{mm} de diamètre. Ces sclérotes, d'abord blancs, puis roux nuancé de vert, puis finalement noirs, doivent être considérés comme de jeunes truffes que l'étroitesse des conditions de la culture en tubes empêche d'arriver à leur complet développement.

» La culture pure des mycéliums truffiers permettra d'étudier divers points, encore assez obcurs, de la biologie de la Truffe. Les relations du mycélium avec les racines des arbres truffiers ont été, comme on le sait, très discutées; la nature, la couleur même du véritable mycélium truffier ont donné lieu à d'ardentes controverses. Parmi les observateurs qui se sont occupés de cette question, les uns admettent que le mycélium truffier est blanc, les autres (Grimblot, Ferry de la Bellone) qu'il est brun. Mes observations et mes cultures montrent que la deuxième opinion est la bonne : en culture le mycélium passe de la teinte blanche (qu'il garde à peine quelques jours) au rose, puis au roux clair nuancé de vert, puis enfin prend la teinte roux brunâtre qui est celle du mycélium de la Truffe dans le sol des truffières.

» La production à volonté, et en quantité illimitée, de mycéliums truffiers permet d'entrevoir certaines améliorations possibles dans la culture industrielle de la Truffe. On sait que, dans les pays naturellement truffiers, l'établissement des truffières par plantation de chênes n'est pas sans comporter de grands aléas : avant que les chênes donnent des Truffes, il s'écoule

toujours une période d'incubation de 8, 10, 15 et parfois 20 années; certains arbres restent même indéfiniment stériles; de plus la répartition de la Truffe dans les truffières est irrégulière et comme capricieuse. Par des semis appropriés de mycélium truffier, on peut espérer rendre plus assurée, plus précoce et plus régulière la culture de la Truffe, devenue ainsi plus rationnelle.

» On pourra aussi chercher à cultiver la Truffe de Périgord, plus estimée que la Truffe de Bourgogne, dans toutes les régions où cette dernière croît spontanément. En effet, suivant la judicieuse remarque de Ad. Chatin, les deux espèces croissant simultanément et côte à côte dans certains terrains, c'est qu'elles n'exigent pas des conditions très dissemblables pour se développer; il résulte de là qu'en ensemençant, à l'aide du mycélium de *Tuber melanosporum*, un sol où croît seule spontanément la Truffe de Bourgogne, on aura chance de voir se développer à ses côtés la Truffe de Périgord. Ce sont là des points qu'élucideront les expériences actuellement en cours d'exécution que j'ai réalisées à cet effet. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la faune échinitique du golfe de Suez*. Note de M. R. Fourtau, présentée par M. Albert Gaudry.

« Au cours de mes excursions au Sinaï et dans le Désert Arabique, j'ai dû souvent suivre les routes longeant le rivage du golfe de Suez. Cela m'a donné l'occasion de récolter de nombreux échinides vivant dans ces parages et me permet d'augmenter considérablement la liste donnée, d'après les récoltes de Savigny, par Audouin dans la *Description de l'Égypte*, la seule du reste que nous possédions sur cette région. L'étude des plages soulevées et des dépôts du Pliocène supérieur de l'isthme de Suez m'a fait également trouver des formes vivant encore, soit dans le golfe, soit dans la mer Rouge ou dans le bassin Indo-pacifique, qui m'ont mis à même de tirer de leur étude des conclusions que je crois intéressantes à signaler.

» La faune actuelle, ainsi qu'il appert de mes récoltes, est composée de dix-sept espèces appartenant à douze genres. Ce sont :

» **Rhabdocidaris baculosa* Lmk., **Rh. imperialis* Lmk., *Diadema setosum* Gray, **Heterocentrotus mamillatus* Klein, **Echinometra lucunter* Linn., **Echinus verruculatus* Lütk., *Clypeaster Audouini* nov. sp., **C. rosanus* Linn. et Lovén (non Michelin nec Al. Agassiz), **C. scutiformis* Lmk., **Tetrodiscus auritus* Leske, **T. bis*

perforatus Leske, *Echinolampas oviformis* Gmel., *Lovenia elongata* Gray, **Metalia maculosa* Al. Ag., *M. sternalis* Lmk., *Schizaster Savignyi* R. Fourt. (= *S. gibberulus* Al. Agassiz 1872, non L. Agassiz 1847) et *Moira stygia* Lütk.

» C'est donc onze espèces que j'ajoute à la liste d'Audouin. Par contre, je n'ai pu, malgré mes recherches, trouver un second exemplaire de l'individu figuré par Savigny sous le n° 5 dans la Planche VII des Échinodermes de l'Égypte et de la Syrie, qui est le véritable type du *Schizaster gibberulus* L. Agassiz et pour lequel Pomel créa le genre si controversé *Paraster*.

» Dans les plages soulevées du quaternaire, outre les espèces marquées d'une astérisque dans la liste ci-dessus, j'ai trouvé *Fibularia volva* L. Ag. qui vit encore dans le Pacifique et peut-être à l'entrée de la mer Rouge, et *Brissus carinatus* Gray de l'océan Indien.

» Les couches du Pliocène supérieur à *Pecten Vasseli* Fuchs du kil. 152 du canal de Suez m'ont donné, en outre de *Echinus verruculatus* et *Tetrodiscus auritus* encore vivants dans le golfe, *Temnopleurus toreumaticus* Klein aujourd'hui vivant dans le golfe Persique et sur les côtes du Japon et *Laganum depressum* Less. var. *sinaiticum* Fraas, que l'on trouve aussi dans les plus hautes plages soulevées du Sinaï, près de Tor, et dont le type spécifique vit dans l'océan Indien.

» Toutes ces espèces sont des espèces indo-pacifiques, sauf *Schizaster Savignyi* qui paraît n'être qu'une mutation du *S. canaliferus* Lmk. de la Méditerranée.

» Si l'on rapproche ce fait des autres mutations de Mollusques signalées par le professeur A. Issel dans sa *Malacologia del mar Rosso* et des constatations géologiques que j'ai signalées l'année dernière au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, à Montauban, nous pouvons établir trois phases bien distinctes dans la genèse du golfe de Suez.

» 1° A la fin du Pliocène, la fosse qui venait de s'ouvrir est envahie par les eaux du bassin indo-pacifique qui amènent avec elles la faune des dépôts du Pliocène supérieur à *Pecten Vasseli*, *Temnopleurus toreumaticus*, etc. Il ne paraît pas alors y avoir eu jonction avec le bassin méditerranéen.

» 2° Cette jonction se produisit au début du quaternaire très probablement et constitue la deuxième phase assez courte pendant laquelle *Schizaster Savignyi* a émigré en compagnie de *Pecten erythrœenseis* Sow. et *Ostrea cucullata* Born (= *O. Forskali* Chemn.), etc.

» 3° La troisième phase est constituée par le soulèvement qui ferma de nouveau l'isthme de Suez et releva le plafond du golfe. *Brissus carinatus* est retourné de nouveau dans l'océan Indien en compagnie de *Laganum*

dépressum, tandis que les espèces formant la faune actuelle s'accommodaient aux exigences du milieu ambiant.

» L'ouverture du canal de Suez ne semble pas avoir eu la moindre influence sur la faune échinitique du golfe et il ne paraît pas établi qu'*Heterocentrotus mamillatus* ait poussé jusqu'à la Méditerranée. Cette espèce ne se trouve d'ailleurs qu'à l'entrée du golfe dans les parages de l'île de Chadouan et de la baie de Zeitich. Je ne l'ai jamais rencontrée plus haut, même dans les plages soulevées. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur les bassins fermés des Alpes suisses*. Note de MM. **Maurice Lugeon**, **Maurice Ricklin** et **F. Perriraz**, présentée par M. de Lapparent.

« Il y a dans les Alpes suisses de nombreuses étendues où les eaux s'enfuient par voie souterraine.

» En nous basant *exclusivement* sur la Carte topographique suisse au $\frac{1}{50\,000}$ et au $\frac{1}{25\,000}$, nous avons essayé de délimiter aussi exactement que possible ces bassins fermés. Les calculs de leur surface ont été faits par voie planimétrique, en tenant compte, pour chaque feuille de l'Atlas Siegfried, de la contraction ou dilatation du papier.

» Cette longue enquête nous a montré l'existence de 236 *bassins sans écoulement superficiel*. Il ne s'agit là que d'un chiffre minimum, bien inférieur à la réalité, car l'équidistance des courbes de niveau (30^m ou 10^m, selon les Cartes) a souvent laissé échapper au topographe les indications complémentaires qui seraient nécessaires pour déterminer l'étendue des petites dépressions.

» Voici la surface totale en hectares et le nombre des bassins fermés que nous avons pu constater sur les Cartes :

Préalpes, rive gauche du Rhône	1 088,3 ha	8	dépressions.
Zone bordière des Préalpes, entre le Rhône et l'Aar	24,6	2	»
Préalpes médianes, entre le Rhône et l'Aar	4 123,0	46	»
Zone interne des Préalpes, entre le Rhône et l'Aar	727,7	16	»
Hautes-Alpes calcaires, de la Savoie à l'Aar	11 067,8	28	»
Hautes-Alpes calcaires, entre l'Aar et la Reuss	3 439,1	21	»
Hautes-Alpes calcaires, entre la Reuss et le Rhin	17 189,4	65	»
Alpes du Valais (sud du Rhône)	358,5	11	»
Alpes du Tessin	642,7	8	»
Alpes des Grisons (sud du Rhin)	3 516,6	31	»
Totaux	42 177,7	236	dépressions.

» Ces 421 kilomètres carrés de bassins fermés ont une distribution nettement marquée.

» Fréquents, ainsi qu'on pouvait le penser, et alignés dans les Alpes calcaires, ils sont rares et distribués irrégulièrement dans les Alpes cristallines, où ils n'apparaissent guère que là où affleurent des calcaires. Dans les pays de Flysch, ils sont très rares, et dans la région des molasses plissées ils font défaut.

» Ainsi ces dépressions fermées dépendent presque exclusivement de la présence du calcaire, comme tous les phénomènes karstiques.

» Dans les Préalpes, ce sont les chaînes où existent de grandes épaisseurs de calcaires du Jurassique supérieur qui montrent le plus grand nombre de bassins fermés, tandis que dans les Hautes-Alpes calcaires c'est tantôt l'Urgonien, comme dans les régions frontales, tantôt le Malm comme dans les régions internes, qui absorbent l'eau de surface. Parfois, mais rarement, la dépression est déterminée par un barrage morainique ou bien par un éboulement.

» Dans toutes les chaînes, la plupart de ces bassins sans écoulement superficiel avoisinent les lignes de faîte, et il est curieux de constater que de très hautes régions comme le Wildhorn, le Wildstrubel, les Silbern, etc. laissent fuir les eaux de neige par de nombreuses pertes, permettant de comparer ces hautes faîtières à des toits troués.

» Les bassins fermés semblent donc redouter le voisinage des grandes vallées, c'est-à-dire les lieux où l'érosion fluviatile ou torrentielle a pu drainer avec soin toute la surface du sol. Plus le chemin est long pour que l'eau puisse atteindre la vallée collectrice d'une région, plus cette eau a la chance de rencontrer une perte; c'est ce qui nous explique cette distribution des bassins fermés parmi les hautes régions où ils se confinent dans les ramifications supérieures des petites vallées ou dans les cirques d'origine glaciaire.

» La grande majorité de ces bassins fermés des Alpes suisses possèdent de petits lacs où le niveau de l'eau est très variable; ainsi le lac de Tancy, le Daubensee, le Glattensee et l'Obersee dans les Alpes glaronnaises, etc., mais bon nombre d'entre eux, la minorité cependant, sont complètement secs. »

M. **Émile Boulanger** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 10 décembre 1900, et donnant les premiers résultats de ses recherches sur la culture de la truffe.

Dans une lettre adressée à M. le Secrétaire perpétuel, l'auteur déclare qu'il a maintenant réussi à créer un nombre considérable de truffières, dans les bois des environs d'Étampes, après y avoir semé, deux ans auparavant, les formes conidiennes de la truffe, qu'il avait obtenues.

Le pli cacheté est ouvert en séance, par M. le Président, et renvoyé à la Section de Botanique.

M. **Emm. Pozzi-Escot** adresse une Note ayant pour titre : « Quelques remarques sur la nature des diastases ».

M. **Ventre-Pacha** adresse une « Note sur une burette et un compte-gouttes rationnels, pour dosages manganimétriques et autres dosages volumétriques ».

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 avril 1903.

Icones ad floram Europæ novo fundamento instaurandam spectantes, auctoribus Alexi Jordan et Julio Fourreau; Vol. I et II: texte et planches gravées et coloriées à la main, I-CCLXXX; planches seules, CCLXXXI-D. Paris, F. Savy, 1868-70 et suiv. En fascicules et feuilles in-f°. (Offert par M. Camille Jordan.)

Recherches sur l'action des rayons colorés dans la fermentation du raisin en cuve, par Georges Duclou. Bordeaux, Feret et fils, 1903; 1 fasc. in-8°.

Le mystère du pigeon messager éclairci par la méthode expérimentale; Mémoire suivi d'une étude sur la nouvelle organisation de la psychologie zoologique, par P. Hachet-Souplet. Paris, Schleicher frères, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Der Stickstoff und seine wichtigsten Verbindungen, von Dr Leopold Spiegel; mit eingedruckten Abbildungen. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'éditeur.)

Los criaderos de fierro del Cerro del Mercado en Durango, por M.-F. Rangel,

y de la Hacienda de Vaquerias, Estado de Hidalgo, por J.-D. VILLARELLO y E. BÖSE. (*Boletin del Instituto geologico de Mexico,* n° 16.) Mexico, 1902; 1 fasc. in-4°.

Quarto-centennal celebration University of Colorado, november 13, 14 *and* 15, 1902. Boulder, Colo. (*University of Colorado Bulletin,* vol. II, n° 4.) 1 fasc. in-4°.

Annual Reports of the Department of Interior, 1901 : *Commissioner of Education :* vol. II. Washington, 1902; 1 vol. in-8°.

Toronto general meteorological register for the year 1902, s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

The Patent Office record and register of copyrights and trade marks; Vol. XXX, 1902 : *Annual index.* Ottawa, 1902; 1 fasc. in-4°.

New-York meteorological Observatory. Annual tables, daily and hourly, for the year 1902, s. l. n. d.; 1 fasc. in-4°.

Department of Marine and Fisheries, Canada. Meteorological Service. Monthly Weather Review; vol. XXVII, n° 1, january 1903. Toronto; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 AVRIL 1903.

Exposition universelle internationale de 1900. *Rapports du Jury international. Classe* 87. *Arts chimiques et Pharmacie :* Rapport de M. A. HALLER, Membre de l'Institut, t. I, II. Paris, Imprimerie Nationale, 1903; 2 vol. in-4°. (Hommage de M. Haller.)

Recherches sur l'Hydrodynamique, par PIERRE DUHEM, Correspondant de l'Institut : 1re série : *Principes fondamentaux de l'Hydrodynamique. Propagation des discontinuités, des ondes et des quasi-ondes.* Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin des séances de la Société des Sciences de Nancy; 3e série, t. IV, fasc. 1, janvier-février 1903. Paris, Nancy, Berger-Levrault et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Rouen; 31e année, n° 1, janvier-février 1903; 1 fasc. in-4°.

Galilée et Marius, par J.-A.-C. OUDEMANS et J. BOSSCHA. (Extr. des *Arch. néerlandaises des Sciences exactes et naturelles,* 2e série, t. VIII, p. 115.), s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°. (De la part des auteurs.)

Volcanic origin of natural gas and petroleum, by EUGENE COSTE; a paper read at the Annual Meetings of the Institute, Montreal, 4th, 5th march, 1903. Ottawa, 1903; 1 fasc. in-8°.

Beitrag zur Behandlung von Ergüssen in die einzelnen Körperhöhlen, v. Dr FRANZ VON KŁUCZYCKI. Vienne, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Étude sur les intervalles harmoniques dans la gamme musicale vraie et naturelle, par FRÉDÉRIC HESSELGREN, Turin, 1903; 1 fasc. in-4°.

M. EMIL ABDERHALDEN adresse en hommage les quatre Opuscules suivants :

Hydrolyse des krystallisirten Oxyhämoglobins aus Pferdeblut. — Hydrolyse des krystallisirten Serum Albumins aus Pferdeblut. — Hydrolyse des Edestins. —

Darstellung von Harnstoff durch Oxydation von Eiweis mit Permanganat nach A. Jolles. Strasbourg, Karl J. Trubner, 1903; 4 fasc. in-8°.

Considerazioni agrarie sul piano di Capitanata; studio del Dott. NESTORE PETRILLI. Naples. 1902; 1 fasc. in-4°.

Sopra la ricchezza in azoto dei semi di Lupino usati come concime; studio del Prof. NAPOLEONE PASSERINI. Modane, 1902; 1 fasc. in-8°.

M. FRANCISCO CARBONELL Y SOLÈS adresse en hommage les trois Opuscules suivants:

Estudio de cistitis tuberculosa, concepto clinico y tratamiento de la misma. — Estudio comparativo, experimental y clinico de la viruela en el hombre y en los animales domesticos. — Aplicacion de la cristalogenia experimental a la investigacion toxicologica de los alcaloides. Barcelone, 1898, 1900, 1903; 3 fasc. in-8°.

Sveriges offentliga Bibliotek Stockholm, Upsala, Lund, Göteborg. Accessions-Katalog, 16, 1901; utgifven af kongl. Biblioteket genom EMIL HAVERMAN. Stockholm, 1902-1903; 1 vol in-8°.

Del miglior ordinamento degli studi secundari per la cultura generale dei giovani e per la loro preparazione agli Istituti superiori, Prof. G. PUPPINI. Pise, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Observatoire royal de Belgique. Annuaire météorologique pour 1903, publié par les soins de A. LANCASTER. Bruxelles, 1903; 1 vol. in-18.

Centralbureau der internationalen Erdmessung. Resultate des internationalen Breitendienstes; Bd. I, von TH. ALBRECHT, mit 12 Tafeln. Berlin, 1903; 1 vol. in-4°.

Astronomiska iakttagelser och undersökningar anstäld pa Stockholms Observatorium, utgifna af KARL BOHLIN; Bd. II. *Sur le développement des perturbations planétaires: Application aux petites planètes,* par KARL BOHLIN. Stockholm, P. A. Norstedt, 1903; 1 vol. in-4°.

Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums Königstuhl-Heidelberg, herausgegeb. v. D^r MAX WOLF; Bd. I. Carlsruhe, 1902; 1 vol. in-4°.

U. S. Commission of fish and fisheries; part XXVII; *Report of the Commissioner for the year ending june* 30, 1901. Washington, 1902; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the United States fish Commission; vol. XXI, for 1901. Washington, 1902; 1 vol. in-4°.

Memoirs of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College; vol. XXVIII: Text and plates. Cambridge (États-Unis), 1903. 3 vol. et 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 MAI 1903.

Traité de Zoologie, par EDMOND PERRIER, Membre de l'Institut; fascicule VI: *Poissons,* avec 206 figures. Paris, Masson et Cie, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'hérédité et les grands problèmes de la Biologie générale, par YVES DELAGE, Membre de l'Institut; 2e édition, revue, corrigée et augmentée. Paris, Schleicher frères et Cie, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les tourbillons de Descartes et la Science moderne, par H. PARENTY. Paris, Honoré Champion, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Léauté.)

Photothérapie et Photobiologie, rôle thérapeutique et rôle biologique de la lumière, par les Drs LEREDDE et PAUTRIER. Paris, C. Naud, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. d'Arsonval.)

Lois générales de l'action des diastases, par VICTOR HENRI. Paris, A. Hermann, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Giard.)

Nature des diastases, par M. EMMANUEL POZZI-ESCOT. Paris, Jules Rousset, 1903; 1 fasc. in-12.

Moteur à gaz à deux temps et à double effet, système Kœrting. Paris; 1 feuille pliée in-4°.

Société internationale des Électriciens: Annuaire pour 1903. Paris Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Bernhard Riemann's gesammelte mathematische Werke. Nachträge herausgegeb. v. M. NOETHER u. W. WIRTINGER, mit 9 Figuren im Text. Leipzig, B.-G. Teubner, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Il moto dei ioni nelle scariche ellettriche, con tre tavole e nove figure intercalate nel testo. Bologne, Nicola Zanichelli, 1903; 1 fasc. in-8°.

A plan for the endowment of astronomical research, by EDWARD-C. PICKERING. Cambridge, Mass., 1903; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MAI 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSICO-CHIMIE. — *Nouvelles études sur une loi relative aux forces électromotrices développées par les actions réciproques des dissolutions salines;* par M. **Berthelot**.

« J'ai poursuivi mes recherches sur la relation qui existe entre la force électromotrice développée par l'action d'un acide sur une base (E) et les forces développées par l'action du sel correspondant, d'une part, sur l'acide (ε_1) et, d'autre part, sur la base (ε_2). J'ai établi précédemment par des mesures exactes, exécutées sur des électrodes impolarisables, que l'on a sensiblement

$$E = \varepsilon_1 + \varepsilon_2,$$

relation dont on ne trouve aucune mention soit expérimentale, soit déduite par le calcul, dans les Traités de Chimie et d'Électrochimie les plus modernes et les plus réputés, tels que ceux d'Arrhénius et de Nernst.

» Ces expériences ont été exécutées avec des dissolutions étendues, contenant des poids *équivalents* de chaque corps, dissous dans un même volume de liqueur aqueuse.

» J'ai constaté l'existence de la loi sur dix acides et deux bases (soude et ammoniaque) différents, et établi qu'elle est applicable à froid et à des températures élevées. La démonstration a été exécutée avec des chaînes de six vases, avec électrodes impolarisables; les ions étant les mêmes dans les vases intermédiaires, ou bien encore étant dissemblables. Elle a vérifié en outre, par ses concordances multipliées dans les nombreux cas précités, l'exactitude numérique des déterminations expérimentales que j'avais faites antérieurement sur les systèmes binaires, avec électrodes de platine.

» Je vais poursuivre cette démonstration, à ce double point de vue,

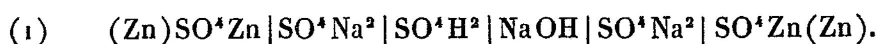
par de nouvelles expériences, exécutées les unes avec des éléments de pile constitués, comme plus haut, par six vases emboîtés ou consécutifs, à électrodes impolarisables; les autres avec des éléments binaires, à électrodes de métaux différents : platine, mercure, palladium, argent, plomb, cuivre, zinc, aluminium, étain, fer, etc., électrodes identiques aux deux pôles.

» Je rappellerai en terminant le caractère essentiellement thermochimique qui doit présider à la constitution des piles susceptibles de développer un travail extérieur continu, travail d'électrolyse ou autre.

» Les expériences présentes sont détachées d'un ensemble beaucoup plus considérable, où figurent plus d'un millier de systèmes de piles, constitués par les corps suivants : SO^4H^2, NaOH, SO^4Na^2, SO^4Zn, SO^4Cu, envisagés séparément, ou associés 2 à 2, 3 à 3, 4 à 4; chaque système étant étudié avec neuf combinaisons d'électrodes métalliques, zinc, cuivre, platine.

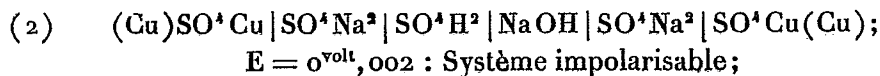
I.

» Dans les éléments de pile constitués par six vases différents, concentriques ou consécutifs ([1]), concourent les trois forces électromotrices E, ε_1, ε_2. Tel était l'un des éléments impolarisables étudiés dans mon précédent Mémoire :



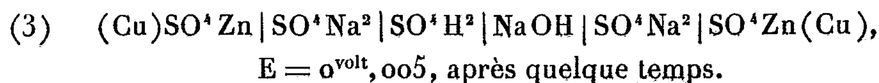
(1) $(Zn)SO^4Zn \,|\, SO^4Na^2 \,|\, SO^4H^2 \,|\, NaOH \,|\, SO^4Na^2 \,|\, SO^4Zn(Zn).$

» J'ai examiné depuis les éléments que voici :



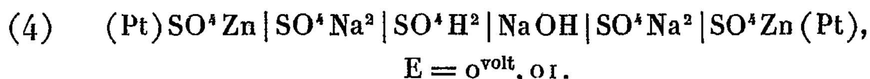
(2) $(Cu)SO^4Cu \,|\, SO^4Na^2 \,|\, SO^4H^2 \,|\, NaOH \,|\, SO^4Na^2 \,|\, SO^4Cu(Cu);$
$E = 0^{volt},002$: Système impolarisable;

puis, les systèmes suivants, susceptibles de polarisation, mais qui ne vérifient pas moins la loi : à la condition d'opérer les mesures au bout de quelques minutes, intervalle de temps nécessaire pour l'imbibition des vases poreux. Il est bien entendu que le circuit demeure ouvert, à l'exception des quelques secondes nécessaires pour l'exécution des mesures. Dans ces conditions, les effets de la polarisation sont d'ordinaire à peu près nuls, comme on le sait d'ailleurs d'après la longue pratique des physiciens.



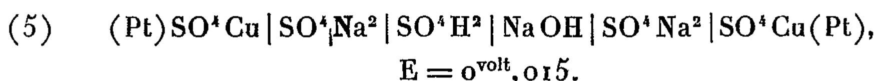
(3) $(Cu)SO^4Zn \,|\, SO^4Na^2 \,|\, SO^4H^2 \,|\, NaOH \,|\, SO^4Na^2 \,|\, SO^4Zn(Cu),$
$E = 0^{volt},005$, après quelque temps.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 16 février 1903, p. 415.



(4) $(Pt)SO^4Zn \mid SO^4Na^2 \mid SO^4H^2 \mid NaOH \mid SO^4Na^2 \mid SO^4Zn(Pt)$,

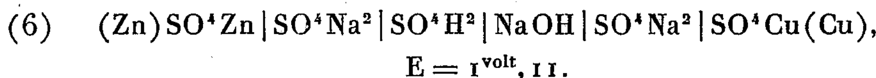
$$E = 0^{volt},01.$$



(5) $(Pt)SO^4Cu \mid SO^4Na^2 \mid SO^4H^2 \mid NaOH \mid SO^4Na^2 \mid SO^4Cu(Pt)$,

$$E = 0^{volt},015.$$

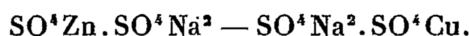
» Voici encore un élément impolarisable, avec deux électrodes métalliques différentes, et par suite une grande inégalité de potentiel.



(6) $(Zn)SO^4Zn \mid SO^4Na^2 \mid SO^4H^2 \mid NaOH \mid SO^4Na^2 \mid SO^4Cu(Cu)$,

$$E = 1^{volt},11.$$

» C'est sensiblement la force électromotrice de l'élément Daniell; concordance qui démontre la compensation des forces résultant du contact des liquides intermédiaires. Cette compensation comprend d'ailleurs, dans le cas actuel, en même temps que celle exprimée par l'équation $E = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$, la différence électrique entre les deux contacts



$$SO^4Zn . SO^4Na^2 - SO^4Na^2 . SO^4Cu.$$

II.

» Rappelons d'abord mes déterminations, déjà publiées, sur les piles terminées par deux électrodes de platine, au contact de l'air atmosphérique. La plupart des résultats avaient été exécutés et imprimés, avant que j'eusse aperçu la loi actuelle, c'est-à-dire en dehors de toute vue préconçue; ce qui leur donne une signification toute particulière. Or ils ont fourni des valeurs individuelles de E, ε_1, ε_2, conformes à la relation $E = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$, établie depuis par une méthode plus rigoureuse. Elles sont donc bien, d'une façon générale, à peu près indépendantes des perturbations attribuables à la polarisation, à la diffusion des liquides, etc.

» Mes nouvelles observations prouvent que la même relation existe entre les trois valeurs déterminées avec des électrodes de mercure, argent, zinc, plomb, cuivre, étain, aluminium, fer, palladium, etc. Ces métaux doivent être employés aussi purs que possible, — pour éviter les complications attribuables aux impuretés, — débarrassés de toute trace de corps gras ou autre matière organique, décapés et nettoyés avec soin au moment de l'expérience.

» Voici les résultats des mesures exécutées, comme toujours, en fermant le circuit pendant un intervalle de quelques secondes, après avoir laissé l'imbibition du vase poreux et le contact des liquides s'établir convenablement pendant 10 à 20 minutes.

» 1. *Électrodes de platine.* — J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 413-425) que la loi se vérifiait d'une manière générale.

» 2. *Électrodes de mercure :*

(1)	$SO^4H^2 + NaOH$ / SO^4H^2 pôle +	$0^{volt},38$
(2)	$SO^4H^2 + SO^4Na^2$ / SO^4H^2 pôle +	$0^{volt},04$
(3)	$SO^4Na^2 + NaOH$ / SO^4Na^2 pôle +	$0^{volt},33$

» Les pôles sont ici distribués comme avec les électrodes de platine. D'où il résulte

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 0,33 + 0,04 = 0,37,$$

valeur sensiblement égale à $E = 0,38$.

» 3. *Électrodes de cuivre.* — Deux expériences faites avec des éléments différents et à des époques distinctes.

		Première expérience. volt	Deuxième expérience. volt
(1)	SO^4H^2 (1 mol. = 4^l) + 2 NaOH (1 équiv. = 2^l) / SO^4H^2 pôle +	0,13	0,16
(2)	$SO^4H^2 + SO^4Na^2$ (1 mol. = 2^l) / SO^4Na^2 pôle +	0,02	0,02
(3)	$NaOH + SO^4Na^2$ / SO^4Na^2 pôle +	0,16	0,19

» D'après ces indications, il y a inversion de l'élément (2), comparé avec l'élément à électrodes de platine. Si l'on associe les éléments (2) et (3), les forces électromotrices seront de signe contraire, leur somme algébrique $\varepsilon_1 + \varepsilon_2$ étant $0,16 - 0,02 = 0,14$ et $0,19 - 0,02 = 0,17$; valeurs sensiblement égales respectivement aux valeurs de (1) : $E = 0,13$ et 0,16.

» 4. *Électrodes de zinc* (amalgamé) :

		Première expérience. volt	Deuxième expérience. volt
(1)	$SO^4H^2 + NaOH$ / SO^4H^2 pôle +	0,23	0,25
(2)	$SO^4H^2 + SO^4Na^2$ / SO^4Na^2 pôle +	0,11	0,095
(3)	$NaOH + SO^4Na^2$ / SO^4Na^2 pôle +	0,34	0,34

» Il y a ici opposition des pôles, comme avec les électrodes de cuivre. Par conséquent, $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 0,34 - 0,11 = 0,23$ et $0,34 - 0,10 = 0,24$;

valeurs sensiblement égales respectivement aux valeurs de $E = 0,23$ et $0,25$.

» Dans le système actuel, il convient d'observer qu'il peut y avoir réaction du métal sur l'acide, surtout avec le concours de l'oxygène de l'air; c'est-à-dire que les éléments sont susceptibles d'être polarisés rapidement; les valeurs précédentes répondent au début des phénomènes.

» Avec les électrodes de cuivre, on peut observer que l'attaque du métal est susceptible également de se produire lentement, lorsqu'on opère au contact de l'air, lequel concourt avec l'acide pour déterminer la réaction chimique. Au contraire, avec les électrodes de platine, le métal n'est pas attaqué par l'acide, même au contact de l'air. Avec les électrodes de mercure, cette attaque est excessivement lente.

» Ce sont ces circonstances qui déterminent l'inversion des pôles de l'élément (2) avec les électrodes de cuivre, de zinc, etc. comparés au même élément avec électrodes de platine ou de mercure.

» Au contraire, les pôles des éléments (1) et (3) demeurent les mêmes avec les trois systèmes d'électrodes.

» 5. *Électrodes de plomb.* — Deux expériences faites avec des éléments différents et à des époques distinctes :

		Première expérience. volt	Deuxième expérience. volt
(1)	$SO^4H^2 + NaOH$ / SO^4H^2 pôle +	0,14	0,14
(2)	$SO^4H^2 + SO^4Na^2$ / SO^4Na^2 pôle +	0,02	0,05
(3)	$SO^4Na^2 + NaOH$ / SO^4Na^2 pôle +	0,16	0,18

» Il y a inversion de l'élément (2) par rapport aux électrodes de platine. Dès lors avec le plomb, les éléments (2) et (3) ont des forces électromotrices de signe contraire, leur somme algébrique respective $\varepsilon_1 + \varepsilon_2$ étant $0,16 - 0,02 = 0,14$ dans la première expérience; $0,18 - 0,05 = 0,13$ dans la seconde expérience; c'est-à-dire sensiblement égale à la valeur de (1) : $E = 0,14$.

» 6. *Électrodes d'argent :*

		Première expérience. volt	Deuxième expérience. volt
(1)	$SO^4H^2 + NaOH$ / SO^4H^2 pôle +	0,06	0,07
(2)	$SO^4H^2 + SO^4Na^2$ / SO^4Na^2 pôle +	0,05	0,05
(3)	$NaOH + SO^4Na^2$ / SO^4Na^2 pôle +	0,10	0,10

$$0,10 - 0,05 = 0,05,$$

valeur voisine de 0,06 et 0,07. Observations analogues aux précédentes.

» 7. *Électrodes d'étain :*

			volt
(1)	$SO^4H^2 + NaOH$ / SO^4H^2 pôle +	....	0,48
(2)	$SO^4H^2 + SO^4Na^2$ / SO^4Na^2 pôle +	....	0,06
(3)	$NaOH + SO^4Na^2$ / SO^4Na^2 pôle +	....	0,58

» L'élément (2) étant interverti, on fait le calcul comme avec le zinc :

$$0,58 - 0,06 = 0,52,$$

valeur qui ne s'écarte guère de 0,48; c'est-à-dire que la loi est vérifiée dans les limites ordinaires.

» 8. L'or a donné des inversions de pôles, irrégulières et discordantes, dans quatre essais exécutés avec soin. Je ne discuterai pas ici les motifs de ces divergences.

» 9. *Électrodes de palladium :*

			volt
(1)	$SO^4H^2 + NaOH$ / SO^4H^2 pôle +	....	0,66
(2)	$SO^4H^2 + SO^4Na^2$ / SO^4H^2 pôle +	....	0,56
(3)	$NaOH + SO^4Na^2$ / SO^4Na^2 pôle +	....	0,20

» La différence entre 0,66 et la somme $0,56 + 0,20 = 0,76$ est un peu forte; mais dans le sens voulu. On remarquera que la force électromotrice de l'élément (1) est presque la même avec des électrodes de platine.

» 10. *Électrodes d'aluminium :*

			volt
(1)	$SO^4H^2 + NaOH$ / SO^4H^2 pôle +	....	1,14
(2)	$SO^4H^2 + SO^4Na^2$ / SO^4H^2 pôle +	....	0,18
(3)	$NaOH + SO^4Na^2$ / SO^4Na^2 pôle +	....	0,96

$0,96 + 0,18 = 1,14$, ce qui vérifie la loi.

» Si l'on attend 1 heure (à circuit ouvert), on constate ensuite, en fermant le circuit pendant un instant, qu'il y a inversion de l'élément (2), dont la force est devenue 0,06; tandis que l'attaque de l'aluminium (avec dégagement visible de gaz) par la solution de soude

accroît la force de l'élément (3), qui devient 1,33; ainsi que celle de l'élément (1) qui devient 1,22. A ce moment, on devrait faire le calcul comme avec le zinc : 1,33 — 0,06 = 1,27 : valeur voisine en effet de 1,22.

» Avec les électrodes d'aluminium on réaliserait donc, suivant la période de l'expérience, soit le même calcul qu'avec le platine, soit le même calcul qu'avec le zinc. Mais le calcul relatif au dernier cas est moins certain pour l'aluminium, la composition des liquides ayant été modifiée par l'effet prolongé de l'endosmose à travers les vases poreux.

» 11. *Électrodes de nickel :*

			volt
(1)	$SO^4H^2 + NaOH$ / SO^4H^2 pôle +	....	0,011
(2)	$SO^4H^2 + SO^4Na^2$ / SO^4Na^2 pôle +	....	0,002
(3)	$NaOH + SO^4H^2$ / SO^4Na^2 pôle +	.. ..	0,03

» On a

$$0,011 - (0,03 - 0,002 =) 0,028, \quad \text{soit} \quad -0,017$$

ce qui vérifie la loi; sauf réserve, à cause de la petitesse des nombres observés. D'ailleurs, si l'on attend trop longtemps avant de fermer le circuit pour faire les mesures, les pôles de l'élément (1) s'intervertissent. Je donne cependant ces résultats pour ne rien omettre des mesures observées. Il est difficile d'ailleurs d'avoir du nickel bien pur.

» Avec les métaux qui suivent, l'inversion des pôles pour l'élément (1) se produit dès le début. Voici les chiffres obtenus :

» 12. *Électrodes de cadmium :*

			Première expérience.	Deuxième expérience.
			volt	volt
(1)	$SO^4H^2 + NaOH$ / NaOH pôle +	....	0,09	0,045
(2)	$SO^4H^2 + SO^4Na^2$ / SO^4Na^2 pôle +	....	0,055	0,049
(3)	$NaOH + SO^4Na^2$ / NaOH pôle +	....	0,02	0,002

» On a dès lors (première expérience) :

$$0,09 - 0,075 = 0,015 \quad \text{et} \quad 0,045 - 0,051 = -0,006,$$

valeurs approximativement conformes à la loi.

» Les électrodes de cadmium et de nickel ont donné des résultats sujets à discussion, à cause de la polarisation presque immédiate des éléments de

pile constitués par la réaction de l'acide sur la base : polarisation résultant de l'attaque du métal par l'acide et qui se traduit par l'inversion des pôles de l'élément (1).

» Le pôle positif de cet élément, au lieu de répondre à l'acide sulfurique — ce qui est normal, — répond alors à la soude.

» 13. *Électrodes de fer.* — Métal doux, bien décapé, brillant.

			volt
(1)	$SO^4H^2 + NaOH$ / $NaOH$ pôle +	....	0,295
(2)	$SO^4H^2 + SO^4Na^2$ / SO^4Na^2 pôle +	....	0,12
(3)	$NaOH + SO^4Na^2$ / $NaOH$ pôle +	....	0,185

ce qui donne :

$$0,295 - (0,12 + 0,185) = - 0,01.$$

» Loi vérifiée, malgré l'inversion des pôles.

» En fait, dans les éléments de pile résultant de la réaction de l'acide sur la base, si l'on emploie des électrodes constituées par les métaux précédents, autres que le fer, le cadmium et le nickel, ces électrodes conservent le signe prévu d'après les fonctions respectives de l'acide et de la base : lors des électrolyses, l'électrode plongée dans l'acide, qui joue le rôle électronégatif, forme le pôle positif; tandis que la base, qui joue le rôle électropositif, reprend l'électrode du pôle négatif. C'est donc le rapport normal.

III.

» Je rappellerai ici une relation générale et dont il paraît difficile de méconnaître la signification théorique. D'après les déterminations exécutées sur dix acides différents et deux bases solubles distinctes (soude et ammoniaque), constituant des éléments de pile avec électrodes de platine, au contact de l'air, les forces électromotrices de l'élément de pile constitué par la réaction de l'acide sur la base offrent des valeurs bien définies [1], analogues pour les corps de même fonction chimique, et, dans tous les cas, voisines des chiffres calculés d'après les chaleurs de neutralisation : les écarts sont faibles et attribuables au terme correctif d'Helmholtz [2].

» Toutefois, de semblables relations entre les forces électromotrices et

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXVII, p. 226 à 238.

(2) Même Recueil, p. 149.

les chaleurs des réactions accomplies dans la pile sont applicables seulement aux cas où ces réactions sont la source principale de l'énergie électrique. Elles cessent d'être observées pour les piles d'un autre ordre, telles que celles où un sel est opposé soit à l'acide soit à la base, qui ont concouru à le former.

» Remarquons d'ailleurs cette circonstance essentielle, à savoir que le siège de l'action chimique qui entretient le courant électrique dans une pile fondée sur la combinaison d'un acide avec une base est distinct du lieu où l'on constate l'inégalité de potentiel, l'action chimique s'exerçant à la surface de contact des deux liquides, c'est-à-dire dans le vase poreux; tandis que l'électricité se manifeste sur les électrodes. Dans les piles ordinaires, fondées sur l'oxydation des métaux, le siège de l'action chimique et de l'action électrique est au contraire le même.

» Ceci nous amène à envisager un autre ordre de considérations, relatives au travail extérieur, électrolytique ou autre, que les piles sont susceptibles de fournir. Il ne s'agit plus ici d'une simple différence électrique entre deux systèmes, mais de la production continue d'une certaine énergie. Or cette production ne peut avoir lieu, avec intensité, que si l'électricité est fournie : soit par la transformation d'un travail mécanique, tel que celui qui meut les dynamos; soit par un travail calorifique, tel que celui des piles thermo-électriques; soit par un travail chimique, tel que celui des oxydations de métaux (pile Bunsen, pile à bichromate), ou celui de la neutralisation des acides et des bases, ou des oxydations de corps dissous, comme dans les expériences que je poursuis.

» Une différence électrique entretenue par des phénomènes de simple diffusion de liquides, de dissolution de gaz, ou tous autres où l'énergie serait empruntée aux milieux ambiants, sans combinaison chimique proprement dite — comme il arrive dans les phénomènes de fusion, ou d'évaporation, ou bien encore dans les effets de dissociation, — est insuffisante pour entretenir les éléments de pile destinés à développer rapidement un travail extérieur continu. Dans les effets de cet ordre, le renouvellement de l'énergie ne se produirait que d'une façon lente. Or, tel est précisément le cas des éléments de pile constitués par l'association d'un sel, soit avec son acide générateur, soit avec sa base; ces différents corps étant mis en œuvre au sein de dissolutions étendues. La force électromotrice résultant de leur réaction n'est donc pas attribuable, au moins pour sa valeur principale, à une combinaison chimique exothermique.

» La loi que j'étudie en ce moment met en pleine évidence les diffé-

rences fondamentales ainsi prévues et qui peuvent exister, au point de vue des travaux extérieurs d'électrolyse ou autres, entre les effets d'une force électromotrice de même grandeur, mais d'origine différente. D'après la loi dont il s'agit, cette force est la même, qu'elle soit produite par la réaction d'un acide sur une base, ou par la somme des deux réactions séparées d'un sel sur l'acide, ou sur la base, qui ont concouru à former ce sel. Mais la première réaction a été seule susceptible de fournir des phénomènes visibles d'électrolyse extérieure à la pile, dans les conditions de mes essais.

» En effet, j'ai montré que les intensités observables dans les piles fondées sur cet ordre de réactions, piles tout en étant capables de produire un courant réel et continu ([1]), ne permettent guère d'atteindre les limites où les gaz résultant de l'électrolyse de l'eau dans un voltamètre deviennent visibles, limites définies avec précision dans mes expériences ([2]). Au contraire, on réussit à atteindre ces limites et à manifester nettement une telle électrolyse par l'emploi des éléments de pile dont l'énergie résulte de l'union d'un acide avec une base; ou, mieux encore, en faisant concourir des phénomènes d'oxydation des composés dissous.

» La différence de travail extérieur entre les deux ordres de pile de même force électromotrice que j'envisage ici est donc attribuable à la différence d'origine de leurs énergies. »

GÉOLOGIE. — *Sur les traces de la mer lutétienne au Soudan.* Note de M. DE LAPPARENT.

« Il y a deux ans, j'ai entretenu l'Académie ([3]) de la trouvaille, faite à Bilma (Sahara oriental), par le colonel Monteil, d'un oursin appartenant au Crétacé supérieur. Cette découverte attestait que la mer de l'époque maëstrichtienne s'était étendue jusqu'au centre de l'Afrique; et le caractère de l'oursin indiquait pour l'époque une communication facile entre la mer du Sahara oriental et celle du nord-ouest de l'Inde, probablement par l'Égypte et la Syrie.

([1]) Voir la démonstration de l'existence d'un tel courant dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXVII, p. 247, 253 et *passim*.

([2]) Voir mon Mémoire : *Sur la limite d'intensité du courant d'une pile qui correspond à la manifestation d'un débit électrolytique apparent dans un voltamètre* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXVII, p. 192).

([3]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 388.

» A la suite de cette constatation, j'avais, par toutes les voies possibles, cherché à appeler l'attention des officiers et des fonctionnaires du Soudan sur l'importance que présenterait la découverte de fossiles dans le bassin du Tchad et les régions voisines. Déjà, le capitaine Lenfant m'avait certifié avoir vu le capitaine Pallier ramasser des oursins dans les environs de Zinder. Malheureusement, M. Pallier était mort depuis, et l'on ne savait ce qu'étaient devenus les échantillons.

» Or voici qu'un autre de nos officiers, M. le capitaine Gaden, vient de rapporter en France et de me soumettre le résultat des recherches auxquelles il s'était livré, à l'instigation de son chef, le commandant Gouraud. Il s'agit de quelques fossiles, absolument décisifs comme détermination d'âge, que M. Gaden a recueillis dans la localité de Tamaské, à environ 400^{km} à l'ouest de Zinder.

» En ce point, situé au nord-est de la frontière circulaire qui, tracée de Sokoto comme centre, forme la limite entre le Soudan français et les possessions anglaises, le sol est constitué par un calcaire en bancs très réguliers, qu'entament un certain nombre d'anciens lits fluviaux ou *dallols*, aujourd'hui envahis par le sable, mais gardant encore sur leur fond assez d'humidité pour permettre la croissance de palmiers.

» Le bord de ces dallols forme de petits escarpements, sur lesquels apparaissaient les fossiles recueillis par M. Gaden. Ceux-ci, au nombre de cinq, comprennent un nautile et quatre oursins. Le nautile, comparé par M. Douvillé aux échantillons de l'École des Mines, paraît très voisin du *Nautilus Lamarcki* de notre calcaire grossier parisien.

» Quant aux oursins, ils ont été soumis à M. Victor Gauthier, le savant échinologiste, qui, sans hésitation, les reconnaît comme appartenant à l'Éocène moyen ou Lutétien.

» Il s'y trouve un *Plesiolampas* d'espèce nouvelle. Ce genre n'avait été jusqu'ici rencontré que dans l'éocène moyen de l'Inde, lorsque, tout récemment, M. Gauthier en a reçu un exemplaire venant d'Égypte et du même horizon. Cet oursin est accompagné d'un *Rhabdocidaris* mal conservé, de la section *Leiocidaris*, et dont les caractères dénotent à coup sûr un fossile tertiaire. Enfin les deux autres oursins, ceux-là en très bon état, sont du genre *Linthia*, et ressemblent tellement au *Linthia Ducrocqui* Cotteau, du calcaire éocène de Saint-Palais (Charente-Inférieure), qu'on peut difficilement les en séparer.

» On est donc fondé à considérer comme certain que la mer lutétienne, dont les traces, accusées par des *Echinolampas*, ont déjà été reconnues

avec certitude dans les puits des environs de Dakar, s'est avancée jusqu'au cœur du Soudan. En effet, M. Gaden m'informe que les mêmes nautiles, ainsi que des oursins, se trouvent dans des couches marneuses, en différents points de la contrée intermédiaire entre Tamaské et le Tchad, notamment à Zinder et dans le Damergou, cette région située au sud de l'Aïr, et qui a été traversée par la mission Foureau-Lamy.

» D'autre part, aucun relief ne sépare le Damergou de Bilma, où nous connaissons les traces laissées par la mer du Crétacé supérieur. Il paraît naturel de supposer que la mer lutétienne a aussi occupé la contrée de Bilma : car le *Plesiolampas*, tout récemment trouvé en Égypte, semble jalonner la route par laquelle la mer du Soudan se reliait à celle de l'Inde. Il est vrai que cette communication pouvait aussi se faire, en contournant le Sahara central, par la Libye, le sud du Maroc et la Sénégambie.

» Quoi qu'il en soit, la trouvaille de Tamaské, complétant celle de Bilma, modifie considérablement l'idée qu'on avait coutume de se faire du passé géologique de l'Afrique. Longtemps on avait admis que le dernier effort de la mer s'était traduit, à l'époque crétacée, par un golfe éthiopien venant de la Méditerranée et n'atteignant pas les hauteurs du Tibesti. L'oursin de Bilma nous avait appris que ce golfe s'était avancé au moins jusqu'aux approches du Tchad. Voici maintenant qu'il nous faut admettre, à l'époque lutétienne, une incursion de la mer depuis Dakar jusqu'au Damergou, sans préjudice d'une jonction possible de ce golfe atlantique avec le golfe libyque. En tout cas, au moins jusqu'au tertiaire moyen, la mer a occupé le cœur du Soudan, nourrissant sur ses bords des êtres semblables à ceux qui vivaient dans les mers de l'Inde, de l'Égypte et du golfe bordelais.

» Je crois devoir terminer en exprimant une vive gratitude à l'égard des vaillants officiers qui, sous un ciel de feu, au milieu de fatigues et de préoccupations de toute sorte, ne négligent pas de recueillir au passage, pour le plus grand bien de la Science française, des documents d'un pareil intérêt. »

PHYSIQUE. — *Sur l'existence, dans les radiations émises par un bec Auer, de rayons traversant les métaux, le bois, etc.* Note de M. **R. Blondlot.**

« Un tube focus émet, comme je l'ai constaté, certaines radiations analogues à la lumière, et susceptibles de traverser les métaux, le papier noir,

le bois, etc. [1]. Parmi ces radiations, il en existe pour lesquelles l'indice de réfraction du quartz est voisin de 2. D'autre part, l'indice du quartz pour les rayons restants du sel gemme, découverts par le professeur Rubens, est 2,18. Cette ressemblance des indices m'a conduit à penser que les radiations que j'ai observées dans l'émission d'un tube focus pourraient bien être voisines des rayons de Rubens, et que, par suite, on pourrait peut-être les rencontrer dans l'émission d'un bec Auer, qui est la source de ces rayons. J'ai alors fait l'expérience suivante : Un bec Auer est enfermé dans une sorte de lanterne en tôle de fer, close de toutes parts, à l'exception d'ouvertures destinées au passage de l'air et des gaz de la combustion et disposées de manière à ne laisser échapper aucune lumière; une fenêtre rectangulaire large de 4^{cm}, haute de $6^{cm},5$, pratiquée dans la tôle à la hauteur du manchon incandescent, est fermée par une feuille d'aluminium épaisse d'environ $0^{mm},1$. La cheminée du bec Auer est en tôle de fer; une fente large de 2^{mm} et haute de $3^{cm},5$ y a été pratiquée vis-à-vis le manchon, de façon que le faisceau lumineux qui en sort soit dirigé sur la feuille d'aluminium. Hors de la lanterne, et devant la feuille d'aluminium, on place une lentille biconvexe en quartz ayant 12^{cm} de distance focale pour la lumière jaune, puis, derrière cette lentille, l'excitateur donnant de très petites étincelles, que j'ai décrit dans une Note précédente [2] : l'étincelle est produite par une bobine d'induction extrêmement faible, munie d'un interrupteur tournant fonctionnant avec une très grande régularité.

» La distance p de la lentille à la fente étant de $26^{cm},5$, on constate, à l'aide de la petite étincelle, l'existence d'un foyer d'une grande netteté à une distance $p' = 13^{cm},9$ environ : en ce point, en effet, l'étincelle prend un éclat notablement plus grand qu'aux points voisins, situés soit en avant ou en arrière, soit à gauche ou à droite, soit plus haut ou plus bas; la distance de ce foyer à la lentille peut être déterminée à 3^{mm} ou 4^{mm} près. L'interposition d'une lame de plomb ou de verre épais de 4^{mm} fait disparaître l'action sur l'étincelle. En faisant varier la valeur de p, on obtient d'autres valeurs de p', et en substituant ces valeurs dans l'équation des lentilles, on obtient pour l'indice la valeur 2,93, moyenne de déterminations aussi concordantes qu'on pouvait l'attendre du degré de précision des observations. Des expériences analogues, exécutées à l'aide d'une autre lentille de quartz ayant une distance focale principale de 33^{cm} pour les rayons jaunes, ont donné pour l'indice la valeur 2,942.

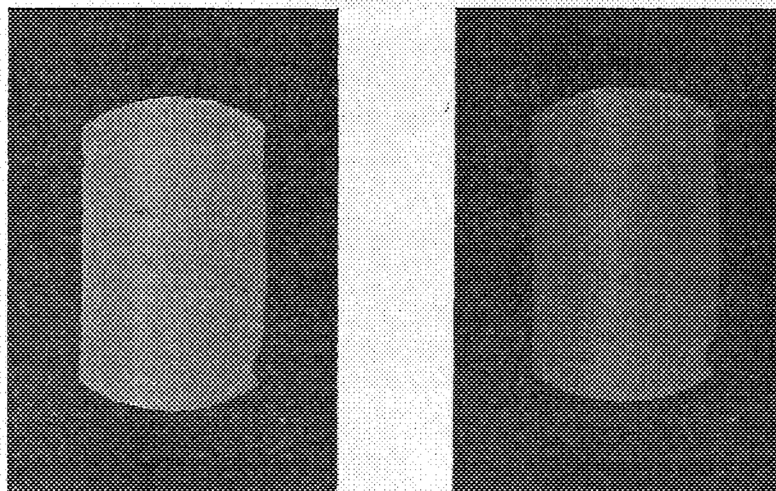
---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 23 mars 1903, p. 735.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 2 février 1903, p. 284.

» En poursuivant ces expériences, j'ai constaté l'existence de trois autres espèces de radiations, pour lesquelles l'indice du quartz a les valeurs respectives 2,62; 2,436; 2,29. Tous ces indices sont plus grands que 2, ce qui explique le fait suivant : en plaçant sur le trajet des rayons sortant de la lentille un prisme de quartz dont l'angle réfringent est de 30°, disposé de façon à recevoir ces rayons dans une direction sensiblement normale à l'une des faces réfringentes, on n'obtient pas de faisceau réfracté.

» Les radiations émises par un bec Auer à travers une lame d'aluminium sont réfléchies par une lame de verre poli suivant les lois de la réflexion régulière, et sont diffusées par une lame de verre dépoli.

» Ces radiations traversent toutes les substances dont j'ai essayé la transparence, à l'exception du sel gemme, sous une épaisseur de 3^{mm}; du plomb, sous une épaisseur de $0^{mm},2$; du platine, sous une épaisseur de $0^{mm},4$, et de l'eau. Une feuille de papier à cigarettes, qui est complètement transparente quand elle est sèche, devient absolument opaque lorsqu'elle est imbibée d'eau. La figure ci-dessous reproduit les impressions faites



en 40 secondes sur une plaque sensible, sans appareil photographique, avant et après que la feuille de papier interposée entre la lentille et l'étincelle eût été mouillée : la photogravure, faite d'après un tirage sur papier, montre que dans le premier cas l'étincelle est notablement plus éclatante.

» Ces impressions photographiques sont produites par la petite étincelle, modifiée par les rayons, et non par les rayons eux-mêmes : ceux-ci n'ont

produit aucun effet photographique appréciable au bout d'une heure de pose.

» Parmi les corps traversés, je citerai le papier d'étain, des feuilles de cuivre et de laiton de $0^{mm},2$ d'épaisseur, une lame d'aluminium de $0^{mm},4$, une lame d'acier de $0^{mm},05$, une lame d'argent de $0^{mm},1$, un cahier de papier contenant 21 feuilles d'or, une lame de verre de $0^{mm},1$, une lame de mica de $0^{mm},15$, une plaque de spath d'Islande de 4^{mm}, une plaque de paraffine de 1^{cm}, une planche de hêtre de 1^{cm}, une lame de caoutchouc noir de 1^{mm}, etc. La fluorine est peu transparente sous une épaisseur de 5^{mm}, de même le soufre sous une épaisseur de 2^{mm}, et le verre sous celle de 1^{mm}. Je ne donne tous ces résultats que comme une première indication, car on n'a pas tenu compte, pour les obtenir, de la coexistence de quatre espèces de radiations dont les propriétés peuvent être différentes.

» Il sera d'un haut intérêt de rechercher si d'autres sources, et en particulier le Soleil, n'émettent pas des radiations analogues à celles qui font l'objet de la présente Note, et aussi si celles-ci ne produisent pas d'action calorifique.

» Maintenant, ces radiations doivent-elles être, en réalité, considérées comme voisines des radiations à très grandes longueurs d'onde découvertes par le professeur Rubens? Leur origine commune dans l'émission d'un bec Auer est favorable à cette opinion; l'opacité du sel gemme et de l'eau l'est aussi. Mais, d'autre part, la transparence pour les rayons du bec Auer des métaux et d'autres substances opaques pour les rayons de Rubens constitue une différence, en apparence radicale, entre deux espèces de radiations. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Godard pour 1903. — MM. Guyon, Bouchard, Lannelongue, Marey, Laveran.

Commission chargée de juger le concours du prix Lallemand pour 1903. — MM. Bouchard, Marey, d'Arsonval, Laveran, Guyon.

Commission chargée de juger le concours du prix du baron Larrey pour 1903. — MM. Lannelongue, Laveran, Guyon, Bouchard, Brouardel.

Commission chargée de juger le concours du prix Bellion pour 1903. — MM. Bouchard, Laveran, Marey, Guyon, Lannelongue.

Commission chargée de juger le concours du prix Mège pour 1903. — MM. Bouchard, Marey, Lannelongue, Guyon, Laveran.

Commission chargée de juger le concours du prix Chaussier pour 1903. — MM. Bouchard, Brouardel, Lannelongue, Guyon, Laveran.

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Physiologie expérimentale) pour 1903. — MM. d'Arsonval, Marey, Bouchard, Chauveau, Giard.

Commission chargée de juger le concours du prix Philipeaux pour 1903. — MM. d'Arsonval, Marey, Bouchard, Chauveau, Lannelongue.

Commission chargée de juger le concours du prix Lacaze (Physiologie) pour 1903. — MM. Marey, Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Chauveau, Giard, Brouardel.

Commission chargée de juger le concours du prix Pourat pour 1903. — MM. d'Arsonval, Marey, Bouchard, Mascart, Chauveau.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Note de M. *Ernest Lebon*, « Sur le plan d'une bibliographie analytique des écrits contemporains sur l'histoire de l'Astronomie », insérée dans le *Bulletin de la Société astronomique de France* (mai 1903). (Présenté par M. Appell.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles réductibles à l'équation de Bessel.* Note de M. **Alexandre-S. Chessin**, présentée par M. Appell.

« Quelques recherches dans la théorie de l'élasticité m'ont amené à considérer une classe d'équations différentielles réductibles à l'équation de Bessel et dont voici une analyse succincte.

» Soit y une fonction de x définie par l'équation différentielle d'ordre $2m$:

$$(1) \qquad y_m + a_1 y_{m-1} + a_2 y_{m-2} + \ldots + a_m y = f(x),$$

où $a_1, a_2, \ldots$ sont des constantes, et

$$(2)\qquad \begin{cases} y_k = \dfrac{d^2 y_{k-1}}{dx^2} + \dfrac{1}{x}\dfrac{dy_{k-1}}{dx} - \dfrac{n^2}{x^2} y_{k-1} & (k = 1, 2, \ldots, m), \\ y_0 = y. \end{cases}$$

Nous dirons que (1) est une équation de Bessel généralisée d'ordre m.

» Or, on peut réduire l'ordre de cette équation en posant

$$(3)\qquad y_1 = -\lambda y + z,$$

d'où

$$(3\ bis)\qquad y_k = -\lambda y_{k-1} + z_{k-1} \qquad (k = 1, 2, \ldots, m);$$

les fonctions $z_1, z_2, \ldots$ étant définies par des équations semblables aux équations (2). En effet, après cette substitution, l'équation (1) devient

$$\begin{aligned} z_{m-1} &+ (a_1 - \lambda) z_{m-2} + (a_2 - a_1\lambda + \lambda^2) z_{m-3} + \ldots \\ &+ (a_m - a_{m-1}\lambda + a_{m-2}\lambda^2 - \ldots \pm \lambda^m) y = f(x), \end{aligned}$$

et, en choisissant pour λ une racine quelconque de l'équation

$$(4)\qquad a_m - a_{m-1}\lambda + a_{m-2}\lambda^2 - \ldots \pm \lambda^m = 0,$$

on est amené à une équation de Bessel d'ordre $m - 1$, savoir :

$$(5)\qquad z_{m-1} + (a_1 - \lambda) z_{m-2} + (a_2 - a_1\lambda + \lambda^2) z_{m-3} + \ldots = f(x).$$

» Soit $[z]$ la solution générale de (5). Elle contient $2m - 2$ constantes arbitraires. La solution générale de l'équation proposée s'obtiendra en intégrant l'équation de Bessel avec second membre (voir *Comptes rendus*, 27 octobre 1902) :

$$(6)\qquad \frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{1}{x}\frac{dy}{dx} + \left(\lambda - \frac{n^2}{x^2}\right) y = [z].$$

» L'intégrale ainsi obtenue contient $2m$ constantes arbitraires; c'est donc la solution générale de l'équation (1).

» Quant à la solution générale de (5), elle s'obtient par réductions successives et semblables, aboutissant encore à une équation de Bessel avec second membre, de la forme

$$(7)\qquad w_1 = -\theta w + f(x).$$

» D'ailleurs, il suffit d'intégrer cette dernière équation. La solution générale de (1) peut alors s'obtenir de la manière suivante :

» L'équation (7) a lieu pour toute valeur de θ qui satisfait la résultante des équations (4) et celles formées successivement de la même manière. Or, on peut démontrer que le résultant de cette équation résultante est une puissance de la fonction

$$a_m - a_{m-1}\theta + a_{m-2}\theta^2 - \ldots \pm \theta^m.$$

» On a donc, en général, m valeurs distinctes de θ qui sont, d'ailleurs, les m solutions de l'équation (4); et, pour chaque valeur θ_k de θ, une intégrale distincte $[\varpi]_k$ de (7), contenant deux constantes arbitraires. Enfin, il est aisé de voir que la solution générale de (1) est une fonction linéaire à coefficients constants des m intégrales $[\varpi]_1$, $[\varpi]_2$, ..., $[\varpi]_m$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes linéaires de cercles.* Note de M. **Mesuret**, présentée par M. Appell.

« Considérons les équations de deux sphères (a) et (b) en coordonnées pentasphériques

$$\sum a_i x_i = 0, \qquad \sum b_k x_k = 0, \qquad (i, k) = (1, 2, 3, 4, 5),$$

et prenons pour coordonnées de leur cercle d'intersection les quantités définies par les relations

$$p_{ik} = a_i b_k - a_k b_i.$$

On obtient ainsi, comme on sait, dix coordonnées homogènes surabondantes; elles sont reliées par cinq relations quadratiques dont trois seulement sont indépendantes. Ces formes jouent un rôle spécial qui a été étudié par M. Kœnigs dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse* (1888).

» Si l'on établit entre les dix coordonnées p_{ik} une relation homogène, les cercles correspondants appartiennent à un système S_5, l'indice 5 indiquant que ces cercles ne dépendent plus que de cinq paramètres.

» En particulier, un système linéaire ou Λ_5 est représenté par l'équation linéaire

$$(1) \qquad \sum A_{ik} p_{ik} = \sum A_{ik}(a_i b_k - a_k b_i) = 0,$$

avec

$$A_{ik} = -A_{ki}, \qquad A_{ii} = 0;$$

en supposant fixe la sphère (a) et posant

$$(2) \qquad a'_i = \sum_k A_{ik} a_k,$$

l'équation (1) peut s'écrire

$$\sum a'_i b_i = 0;$$

ce qui prouve que les sphères (b) qui coupent la sphère (a) suivant un cercle du système A_5 sont orthogonales à une sphère fixe (a'). L'identité $\sum a'_i a_i = 0$ prouve d'ailleurs que cette sphère (a'), dite la *conjuguée de la sphère* (a), lui est orthogonale. La liaison entre une sphère et sa conjuguée n'est pas réciproque; en effet, toutes les sphères conjuguées sont orthogonales à une sphère fixe, dite *centrale*.

» Ceci rappelé, tous les cercles d'un même système A_5 situés sur la sphère (a) se trouvent ainsi orthogonaux à la sphère (a') conjuguée de (a); mais il est bon de faire remarquer que leur système pourrait être directement défini *sur la sphère* par la condition d'être orthogonaux à un cercle fixe (a, a'), à savoir, le cercle d'intersection de la sphère (a) avec sa conjuguée. Ce cercle, qui s'est présenté à nous, à diverses reprises, au cours de nos recherches et qui joue un rôle essentiel dans cette théorie, nous proposons de l'appeler le *cercle directeur* de la sphère (a). Nous reviendrons dans un instant sur certaines propriétés du cercle directeur. Faisons observer auparavant que les remarques précédentes permettent de faire correspondre à tout cercle C de l'espace un autre cercle C', car à toutes les sphères passant par un même cercle C correspondent comme conjuguées toutes les sphères passant par un second cercle C' orthogonal, naturellement, à la sphère centrale. La correspondance entre ces diverses sphères est homographique, en ce sens que le rapport anharmonique de quatre sphères menées par le cercle C est égal à celui des quatre sphères conjuguées menées par C'. Ces cercles jouissent de la propriété particulière suivante : *si une sphère* (S) *est orthogonale au cercle* C', *sa conjuguée* (S') *est orthogonale au cercle* C.

» En particulier, le cercle conjugué d'un cercle du système A_5 est en bi-involution avec lui, c'est-à-dire qu'il contient les centres des sphères de rayon nul menées par ce cercle.

» Signalons aussi la proposition suivante qui nous fournit la condition nécessaire et suffisante pour qu'un cercle puisse faire partie d'un Λ_5 : *tout cercle qui s'appuie sur un cercle* C (c'est-à-dire qui le coupe en deux points) *et qui est en involution avec le cercle conjugué* C' *fait partie du* Λ_5, *et réciproquement*. (On dit que deux cercles sont en involution lorsque par l'un on peut mener une sphère orthogonale à l'autre.)

» Appelons *cyclide d'un* Λ_5 toute cyclide $\mathfrak{C}$ dont les cercles d'une famille font partie du système Λ_5. Les cercles conjugués de ces cercles générateurs engendrent eux aussi une cyclide $\mathfrak{C}'$, que nous appellerons *cyclide conjuguée de la cyclide* $\mathfrak{C}$. Or, il est aisé de définir dans une cyclide la sphère polaire d'une sphère donnée, de la même façon qu'on définit par rapport aux quadriques les plans conjugués. Dans ces conditions, on montre aisément que si deux sphères sont polaires l'une de l'autre, par rapport à la cyclide $\mathfrak{C}'$, les deux sphères conjuguées des précédentes dans le système Λ_5 sont polaires par rapport à la cyclide $\mathfrak{C}'$.

» Revenons maintenant au cercle directeur, relatif à une sphère (a), et pour cela, considérons toutes les sphères qui passent par un cercle fixe C; *le lieu des cercles directeurs relatifs à ces différentes sphères est une cyclide qui contient les cercles* C *et* C'.

» Les cyclides semblent donc jouer dans cette théorie un rôle analogue à celui des quadriques dans la géométrie de la droite, et c'est une fonction qui apparaîtra encore plus clairement dans les propriétés infinitésimales des systèmes linéaires de cercles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les zéros des fonctions monodromes ou à* ν *branches*. Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. P. Painlevé.

« Le théorème suivant, généralisation d'un théorème classique de M. Picard, a été indiqué comme *vraisemblable* par M. Painlevé :

» *Une fonction analytique* $u(z)$, *à* ν *branches, qui admet le point* $z = a$ *comme point singulier essentiel isolé, prend dans le voisinage de ce point toutes les valeurs sauf* 2ν *au plus*.

» Une telle fonction $u(z)$ vérifie une relation

$$(1)\qquad f(z, u) \equiv u^\nu + u^{\nu-1} A_1(z) + \ldots + u A_{\nu-1}(z) + A_\nu(z) = 0,$$

où $A_1, \ldots, A_\nu$ sont des fonctions uniformes autour du point essentiel isolé $z = a$. Le théorème signifie encore que l'équation (1) en z admet,

dans le voisinage de $z = a$, une infinité de racines, quelle que soit la valeur donnée à u (exception étant faite pour 2ν valeurs de u au plus).

» S'il n'existe pas de valeurs exceptionnelles de u, le théorème est démontré; s'il en existe, on peut (moyennant une transformation homographique effectuée sur u) faire en sorte qu'une de ces valeurs soit $u = \infty$. Il est loisible enfin d'admettre que le point $z = a$ est l'infini. Le théorème s'énonce alors ainsi :

» *Si l'équation* (1) *en* z, *où* $A_1, \ldots, A_\nu$ *sont pour* $z = \infty$ *des fonctions entières ou quasi-entières* (¹) *de* z, *n'admet, dans le domaine de* $z = \infty$, *qu'un nombre fini de racines pour* 2ν *valeurs finies distinctes données à* u, *les* A_j *sont des polynomes.*

Ce théorème a été démontré rigoureusement par M. G. Ramoundos, dans l'hypothèse où les fonctions A_j sont d'ordre fini. Voici, d'autre part, quelques résultats qui confirment l'idée de M. Painlevé.

» Il n'y a pas ν valeurs distinctes finies de u pour lesquelles $f(z, u)$ soit d'ordre apparent plus petit que le plus grand des ordres apparents, finis ou non, de $A_1, \ldots, A_\nu$ (²), pour $z = \infty$.

» On voit, par extension de démonstrations données par M. Borel (³) et nous (⁴), que :

» I. *Quand* $A_1, \ldots, A_\nu$ *sont d'ordres apparents finis pour* $z = \infty$, *si* ρ *est le maximum de leurs ordres,* $f(z, u)$ *ne peut être d'ordre réel fini* $< \rho$ *pour plus de* $(2\nu - 1)$ *valeurs finies distinctes de* u.

» II. *Quand* $A_1, \ldots, A_\nu$ *sont d'ordres apparents non tous finis et que* $|A_i| \leqq e^{e^{|z|^{\rho+\varepsilon}}}$ ($|z|$ *grand,* ρ *fini,* ε *aussi petit qu'on veut pour* $|z|$ *assez grand, mais fini*) *quel que soit* i, $f(z, u)$ *ne peut être d'ordre réel fini pour plus de* $(2\nu - 1)$ *valeurs finies distinctes de* u.

» Ceci s'étendrait probablement au cas général où $A_1, \ldots, A_\nu$ sont des fonctions quasi-entières quelconques pour $z = \infty$ en suivant les méthodes de M. Borel (*Acta math.*, t. XX) et les indications complémentaires que nous avons données ailleurs (*Bull. Soc. math.*, *loc. cit.*). Nous laissons à d'autres le soin de développer cette question. »

(¹) Voir, pour cette terminologie, *Comptes rendus,* 24 novembre 1902, 2ᵉ sem., p. 889, et *Bull. Soc. math.*, fasc. 1, 1903.

(²) Cette rédaction nous paraît assez claire, au moins pour les ordres non transfinis.

(³) *Leçons sur les fonctions entières,* p. 95.

(⁴) *Journal de Mathématiques,* 1902, p. 376.

PHYSIQUE. — *Sur le module de traction et le coefficient de dilatation du caoutchouc vulcanisé.* Note de MM. **Bouasse** et **Carrière**, présentée par M. Mascart.

« 1. Soit L la longueur d'une corde de caoutchouc; posons

$$(1) \qquad dL = \alpha\, dt + \varepsilon\, dP.$$

» Dans l'hypothèse où L est une fonction déterminée de la température et de la charge, on a

$$(2) \qquad \frac{\partial\alpha}{\partial P} = \frac{\partial\varepsilon}{\partial t}.$$

Cette équation semble résoudre le problème très contesté de la variation de ε avec la température. Il résulte des expériences de Joule que $\frac{\partial\alpha}{\partial P} < 0$; on aurait donc aussi $\frac{\partial\varepsilon}{\partial t} < 0$.

» Malheureusement, l'hypothèse que dL est une différentielle exacte est grossièrement erronée. Nous allons montrer qu'on obtient suivant les techniques, entre les mêmes charges et les mêmes températures, des coefficients moyens α et ε très variables, *parce qu'ils dépendent de toutes les opérations antérieures :* on ne sait pas ce qu'il faut choisir comme coefficient de dilatation ou comme module de traction.

» 2. Nos expériences consistent à décrire un cycle en fonction des variables, charge et température. Soient P_0 et P_1 les charges extrêmes, t_0 et t_1 les températures extrêmes. La charge croît de P_0 à P_1 à la température t_1; le fil s'allonge de ε_1. On maintient P_1 un certain temps; le fil s'allonge de β_1. On refroidit jusqu'à t_0 et l'on attend un certain temps sous P_1, t_0; le fil s'allonge de α_1. On diminue la charge de P_1 à P_0, à la température t_0; le fil se raccourcit de ε_0; on attend un certain temps sous P_0, t_0; le fil se raccourcit de β_0. Enfin on réchauffe jusqu'à t_1; le fil se raccourcit de α_0. On emploie aussi une seconde technique; le cycle est décrit en sens inverse.

» L'expérience n'est définie que si l'on spécifie la loi suivant laquelle les côtés du cycle sont parcourus. Le cycle se fixe peu à peu par la répétition et l'on prend pour coefficients moyens α, β, ε les valeurs qui caractérisent le cycle fixé.

» 3. Nous comparons les quantités α_0, α_1, ε_0, ε_1 obtenues comme il vient d'être dit, aux coefficients obtenus comme suit. On produit des tractions rythmées de période connue, et suivant une loi déterminée en fraction du temps. La charge oscille entre P_0 et P_1, soit à la température t_0 constante, soit à la température t_1. Les coefficients ε'_0 et ε'_1 sont les valeurs obtenues après un grand nombre de parcours, soit pour le cycle approximativement fixé.

» On produit à charge constante des cycles de température : la température passe de t_0 à t_1 suivant une loi déterminée. On obtient de nouveaux coefficients α'_0 et α'.

» Ces opérations reviennent à fixer séparément les côtés du cycle complexe du n° 2.

» 4. *Résultats.* — 1° Pour des expériences régulièrement croisées, aux températures t_0 et t_1, on obtient des coefficients ε'_0 et ε'_1, qui satisfont aux relations $\varepsilon'_0 > \varepsilon'_1$, $\varepsilon'_0 < \varepsilon'_1$, suivant les conditions de l'expérience.

» 2° Le recuit produit, outre une modification *permanente,* une modification *subpermanente* qui disparaît assez rapidement. On peut obtenir *à la même température* t_0 des coefficients ε qui varient dans le rapport de 3 à 4, en modifiant seulement le temps qui s'est écoulé depuis que le fil a été porté à la température t_1.

» 3° Les coefficients α_0, α_1, ε_0, ε_1 sont complètement différents des coefficients α'_0, α'_1, ε'_0, ε'_1 : ils diffèrent d'ailleurs suivant que le cycle est parcouru dans un sens ou dans le sens inverse.

» En définitive, suivant la technique choisie, on obtient des coefficients moyens α et ε variables dans de larges limites, sans qu'il soit possible de dire qu'une technique se recommande théoriquement de préférence à une autre. L'hypothèse que la longueur est une fonction déterminée de la charge et de la température est absolument inadmissible. Les conséquences thermodynamiques classiques qui sont basées sur cette hypothèse ne peuvent passer que pour une première approximation, probablement très éloignée de la vérité. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les effets thermomagnétiques dans les alliages bismuth-plomb.* Note de M. **Edmond van Aubel**, présentée par M. Lippmann.

« A. von Ettingshausen et W. Nernst (¹) ont découvert les deux phénomènes suivants, dans une plaque de bismuth placée normalement aux lignes de force d'un champ magnétique :

» 1° Il se produit une différence de potentiel entre deux points de cette lame situés sur une perpendiculaire à la direction d'un flux calorifique. Cette différence de potentiel change de signe avec le champ magnétique et s'appelle l'*effet thermomagnétique transversal.*

» 2° Une différence de potentiel s'observe aussi dans la direction du courant calorifique, sous l'action du magnétisme; c'est l'*effet thermomagnétique longitudinal,* qui ne change pas de sens avec la force magnétique et

(¹) *Wiedemann Annalen,* vol. XXXI, 1887, p. 760.

peut être considéré comme une modification du pouvoir thermo-électrique du bismuth (¹).

» Ces deux actions sont surtout manifestes dans le bismuth. Pour le plomb, la première est trop faible pour que son existence puisse être affirmée avec certitude (²); quant à la seconde, elle n'a pas même pu être observée dans l'antimoine (³).

» Je me suis proposé d'examiner ces deux phénomènes thermomagnétiques, transversal et longitudinal, pour quelques alliages du bismuth avec de petites quantités de plomb (⁴).

» Les expériences ont été faites avec plusieurs plaques et notamment les trois suivantes : une de bismuth, fourni comme très pur par la fabrique de produits chimiques Kahlbaum, à Berlin; une autre formée par un alliage contenant $0^g,57$ de plomb pour $99^g,43$ de bismuth; enfin une troisième réalisée avec un alliage renfermant $3^g,56$ de plomb pour $96^g,44$ de bismuth. Ces trois plaques, d'une épaisseur de 4^{mm}, avaient la forme de rectangles dont les côtés mesuraient 45^{mm} et 23^{mm}. Chacune d'elles était parcourue par un flux de chaleur dont la direction était parallèle aux longs côtés des rectangles. A cet effet, sur toute la longueur des petits côtés de ces rectangles, les plaques étudiées étaient serrées par des pièces en laiton et chacune de celles-ci était traversée par un tube de ce métal. La plaque de bismuth ou d'alliage portait donc deux tubes métalliques, dont l'un était parcouru par un courant de vapeur d'acétone, tandis que l'on faisait circuler de l'eau froide dans l'autre.

» Des conducteurs en cuivre étaient soudés aux milieux des côtés des rectangles formés par les plaques; ils pouvaient être réunis par couples aux bornes d'un galvanomètre Deprez-d'Arsonval très sensible. Enfin les plaques étaient placées entre les pièces polaires d'un fort électro-aimant, normalement aux lignes de force du champ magnétique, et se trouvaient sur toute leur étendue soumises à l'action du magnétisme.

» Dans l'étude de l'effet longitudinal, on a annulé par compensation, suivant la méthode habituelle, la déviation du miroir du galvanomètre résultant du courant thermo-électrique qui existe avant l'excitation de l'électro-aimant.

» Le Tableau suivant contient un résumé des résultats obtenus, c'est-à-dire

---

(¹) E. VAN EVERDINGEN, *Recherches sur les phénomènes que présentent les métaux traversés par un courant électrique ou calorifique dans un champ magnétique* (*Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles*, 2ᵉ série, t. IV, 1901, p. 378).

(²) W. NERNST, *loc. cit.*, p. 773 et 775.

(³) W. NERNST, *loc. cit.*, p. 779.

(⁴) G. SPADAVECCHIA (*Nuovo Cimento*, 4ᵉ série, t. X, 1899, p. 161) a étudié l'influence du magnétisme sur les propriétés thermo-électriques des alliages bismuth-plomb.

les déviations que produit sur le miroir du galvanomètre l'action seule de l'électro-aimant.

			Effet longitudinal.	Effet tranversal.
Bismuth pur......		sens de l'aimantation (A).......	+ 4,96	— 4,30
		autre sens de l'aimantation (B)...	+ 4,23	+ 4,24
Bismuth...	99,43	sens de l'aimantation (A).......	— 2,42	— 9,26
Plomb	0,57	autre sens de l'aimantation (B)...	— 4,56	+ 9,26
Bismuth...	96,44	sens de l'aimantation (A).......	— 5,50	— 7,54
Plomb	3,56	autre sens de l'aimantation (B)...	— 7,74	+ 8,33

» Mes expériences permettent de tirer les conclusions suivantes :

» 1° *Effet longitudinal.* — Pour le bismuth pur, on observe que la force électromotrice thermo-électrique du couple formé avec le cuivre augmente par l'action du magnétisme. En introduisant des traces de plomb dans le bismuth pur, on trouve que la force électromotrice thermo-électrique diminue sous l'influence du champ magnétique. Une quantité plus grande de plomb accentue encore cette diminution, au point qu'elle devient supérieure à l'accroissement de la force électromotrice observée avec le métal pur. En outre, avec les alliages bismuth-plomb que j'ai étudiés, les déviations se produisent du même côté, mais ont des valeurs très différentes suivant le sens de l'aimantation. Le plomb ne donnant pas lieu à un effet thermomagnétique longitudinal, il existe un alliage bismuth-plomb qui fournit des valeurs négatives et maxima.

» 2° *Effet transversal.* — La présence de traces de plomb a pour résultat d'augmenter considérablement la valeur de l'effet transversal, sans en changer le sens. Le phénomène, qui est nul dans le plomb pur, est le plus intense pour un alliage déterminé de bismuth avec des traces de plomb.

» Les influences si différentes produites par la présence du plomb dans les alliages étudiés paraissent prouver que les deux effets thermomagnétiques ne sont pas connexes (1). Ces recherches seront d'ailleurs poursuivies (2). »

---

(1) Voir aussi W. NERNST, *loc. cit.*, p. 783.

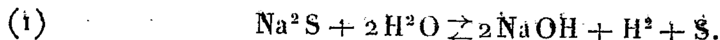
(2) Les compositions des alliages dont il a été question dans cette Note ont été déterminées par des analyses, qui ont été faites sur les plaques mêmes par M. Maurice Duyk. Qu'il me soit permis de lui adresser ici mes remercîments.

ELECTROCHIMIE. — *Sur l'électrolyse des sulfures alcalins*. Note de MM. **André Brochet** et **Georges Ranson**, présentée par M. H. Moissan.

« L'électrolyse du sulfure de sodium a été étudiée par Durkee ([1]) qui, se basant sur ce fait que les chlorures alcalins donnent des chlorates, pensa que les sulfures alcalins doivent donner des sulfates. Il constata, en effet, dès le début de l'opération, qu'une certaine quantité de sulfate prend naissance, en même temps qu'il y a formation d'hyposulfite auquel correspond une quantité équivalente de soude caustique mise en liberté, puis cet hyposulfite est oxydé à son tour, l'alcalinité disparaît, de sorte que le sulfure se trouve transformé intégralement en sulfate. Luckow ([2]), Bartoli et Papasogli ([3]) ont constaté également cette oxydation. Les derniers auteurs signalent cependant un dépôt de soufre à l'anode.

» Nous avons vérifié ces réactions en solution étendue; mais si l'on opère avec une solution concentrée de sulfure vers 50°-70°, le processus est tout différent. Il y a formation uniquement de soufre à l'anode, à la cathode de sodium, c'est-à-dire de soude et d'hydrogène.

» Le soufre ainsi libéré se dissout dans la solution concentrée de sulfure pour donner des polysulfures et le liquide incolore jaunit peu à peu. Mais, au fur et à mesure que la solution tend à s'enrichir en soufre, celui-ci se combine à l'hydrogène cathodique, pour donner de l'hydrogène sulfuré et regénérer le sulfure primitif. On obtient de ce fait les deux réactions inverses, représentées ci-après :



$$(1) \qquad Na^2S + 2H^2O \rightleftarrows 2NaOH + H^2 + S.$$

» L'emploi d'un diaphragme empêche la seconde de se produire.

» Nous avons vérifié ces différents points : nos essais ont porté sur l'électrolyse avec et sans diaphragme.

» *Electrolyse du sulfure de sodium sans diaphragme.* — Parmi les essais que nous avons faits, nous signalerons le suivant d'après la méthode d'Œttel.

» L'appareil était constitué par un vase de Bohême forme *très haute* de 165^{cm^3}, dans lequel se trouvaient deux électrodes en platine poli de 72^{cm^2}. L'électrolyte était formé de sulfure de sodium dissous à chaud dans son poids d'eau. Son volume était de 125^{cm^3}.

([1]) *American chemical Journal*, t. XVIII, p. 125.

([2]) Peters, *Angewandte Elektrochemie*, t. II, p. 271.

([3]) *Gaz. chim. ital.*, t. XIII, p. 37.

» Le dosage (au moyen de la solution décinormale d'iode avant et après précipitation par un excès de sulfate de zinc) indiqua par litre 544g de sulfure de sodium cristallisé ($Na^2S, 9H^2O$) et 8g d'hyposulfite ($S^2O^3Na^2, 5H^2O$) (ou de sulfite). L'appareil fut mis en circuit avec un voltamètre à gaz tonnant et placé dans un bain à température constante. L'intensité fut maintenue à 5^{amp} pendant toute la durée de l'opération, ce qui correspondait à $Da = Dc = 7^{amp}$ par décimètre carré.

» Les résultats sont consignés dans le Tableau ci-dessous.

Électrolyse du sulfure de sodium sans diaphragme.

Durée.	Température.	Tension aux bornes.	Réduction.
minutes	o	volts	pour 100
0	68,5	2,00	19,7
15	71	1,90	62,7
40	72	1,85	80,6
70	72	1,94	86,5
115	72	1,90	88,5
175	74	1,86	93,3

» Au bout de 3 heures, l'opération fut arrêtée, la force contre-électromotrice était de $0^{volt},2$. Le dosage permit de constater que la quantité de sulfure était passée de 68g à 59g,5. La quantité d'hyposulfite était restée la même, il n'y avait pas trace de sulfate. Il y a lieu de remarquer que, dans cette expérience, la densité de courant cathodique était très élevée; avec une plus faible le phénomène de réduction est encore plus net.

» *Électrolyse du sulfure de sodium avec diaphragme.* — Un grand nombre d'expériences ont été faites, la plupart dans des vases de fer ou de nickel servant de cathode, en employant comme anode, suivant le cas, des lames de charbon, de platine, de plomb, de fer ou de nickel.

» Avec des solutions étendues le platine seul peut convenir. On constate un dépôt de soufre, accompagné d'oxydation avec formation d'acide sulfurique et dégagement d'hydrogène sulfuré.

» Avec des solutions concentrées, on peut faire usage comme anode, dans la plupart des cas, des substances citées plus haut. L'électrolyse se passe à l'anode comme sans diaphragme, et la tension aux bornes reste relativement basse tant que le soufre se dissout. Si la concentration en polysulfures est poussée trop loin, ceux-ci se décomposent à leur tour, avec dépôt de soufre et formation de composés d'oxydation. La tension aux bornes s'élève alors.

» On peut également faire l'électrolyse du sulfure en présence de chlorure de sodium, soit en ajoutant ce sel dans les deux compartiments, ou dans un seul, soit en employant une solution de chlorure sans sulfure comme liquide cathodique. L'opération se passe exactement comme il a été dit plus haut, avec cette différence que l'on ne peut employer comme anode le fer ou le nickel, qui sont transformés en sulfure, lequel se dépose au fond de l'appareil. Le cuivre avec ou sans chlorure agit comme anode soluble.

» *Remarques et conclusions.* — En opérant avec une solution concentrée de sulfure, on remarque, à un moment donné, que l'aiguille du voltmètre et celle de l'ampèremètre se mettent à osciller d'une façon régulière et en sens inverse. L'amplitude des oscillations est d'autant plus grande que la densité de courant est plus élevée. Ce phénomène est dû au dépôt et à la dissolution successive d'une mince couche de soufre sur l'anode. Nous l'avions remarqué au début de nos essais, il a été étudié par Kœlichen ([1]) qui a pu l'enregistrer et obtient ainsi toute une série de courbes curieuses. Dans le cas présent, c'est un grave inconvénient; nous y avons remédié soit par la circulation du liquide, soit par agitation, soit en combinant les deux systèmes.

» Dans toutes ces opérations avec ou sans diaphragme, le sulfure de potassium se comporte exactement comme celui de sodium.

» En résumé, l'électrolyse d'un sulfure alcalin donne à l'anode, suivant les conditions de concentration, soit du soufre, soit des composés d'oxydation allant jusqu'à l'acide sulfurique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'alcool benzène-azo-orthobenzylique et sur sa transformation en phénylindazol et en azodiphénylméthane.* Note de M. P. **Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

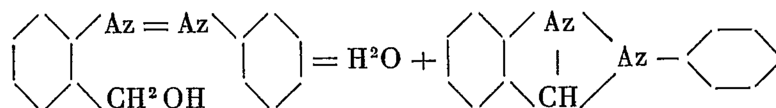
« J'ai indiqué il y a quelque temps ([2]) que j'avais essayé, sans succès, de préparer l'*alcool benzène-o-azobenzylique* $C^6H^5.Az = Az.C^6H^4.CH^2OH$, en réduisant un mélange de nitrobenzène et d'alcool *o*-nitrobenzylique.

» Ce composé s'obtient facilement par condensation du nitrosobenzène avec l'alcool *o*-aminobenzylique en présence d'alcool et d'acide acétique; il peut être purifié par cristallisation dans l'éther de pétrole et se présente alors sous la forme d'aiguilles soyeuses, orangées, fusibles à 77°-78°, et très solubles dans les dissolvants usuels à l'exception de la ligroïne. Si l'on effectue la réaction précédente sans acide acétique, la condensation n'a pas lieu : le nitrosobenzène est transformé en azoxybenzène et l'on retrouve une certaine quantité d'alcool aminobenzylique non transformé.

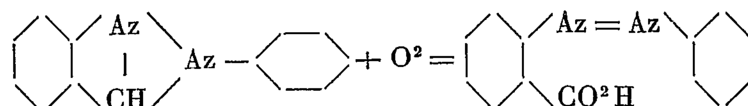
» L'alcool benzène-azo-benzylique possède la propriété assez singulière de se déshydrater avec la plus grande facilité sous diverses influences.

(1) *Zeitschrift für Elektrochemie,* t. VII, p. 629.
(2) *Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 370.

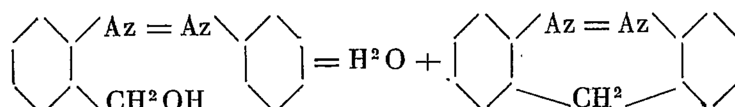
Ainsi, lorsqu'on le chauffe vers 80° avec de l'acide sulfurique à 50 pour 100, on le transforme intégralement en *phénylindazol:*



» Ce dernier a été caractérisé par l'analyse, par son point de fusion (82°), par celui de son *iodométhylate* et par son *chloroplatinate;* il a, de plus, été transformé en *acide benzène-o-azobenzoïque* par oxydation chromique en solution acétique (¹) :



» Le phénylindazol prend également naissance lorsqu'on chauffe l'alcool benzène-azo-benzylique au-dessus de 130°, dans le vide ou à la pression ordinaire. Mais il est accompagné, dans ce cas, d'une certaine quantité d'un composé isomérique, qui ne peut être que l'*azodiphénylméthane* (²) :



» Ce corps se forme d'autant plus facilement que le chauffage est plus brusque. On en obtient également un peu en déshydratant l'alcool primitif par l'acide sulfurique concentré.

» L'azodiphénylméthane cristallise en beaux prismes jaunes, fusibles à 76°, et possède une odeur assez agréable qui rappelle un peu celle de l'azobenzène. Il diffère du phénylindazol par sa solubilité dans l'éther de pétrole froid et par son insolubilité dans l'acide chlorhydrique dilué. De plus, lorsqu'on l'oxyde par l'acide chromique, on le transforme en un composé neutre, cristallisé en grandes tables rouges, qui constitue vraisemblablement l'*azobenzophénone* correspondante.

» L'étude de cette décomposition singulière de l'alcool benzène-azo-

---

(¹) Paal, *Berichte,* t. XXIII, p. 2640; t. XXIV, p. 961.

(²) J'admets provisoirement par raison d'analogie que la soudure s'est faite en position *ortho* sur le second noyau, tout en me réservant de le démontrer ultérieurement par voie synthétique.

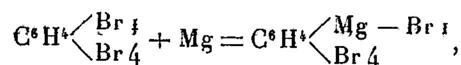
benzylique, m'a conduit à examiner de nouveau les produits de la réduction du mélange d'alcool *o*-nitrobenzylique et de nitrobenzène. Lors de mes premières recherches, j'avais en effet soumis le produit brut de la réaction à la distillation dans le vide; cette opération devait avoir détruit l'alcool en question s'il eût pris naissance.

» J'ai donc recommencé cette réduction en évitant toute distillation, et j'ai réussi à extraire par l'éther de pétrole une petite quantité d'alcool benzène-*o*-azobenzylique. Cette opération est rendue assez délicate par la présence de l'azobenzène qui possède à peu près la même solubilité. Les conclusions que j'avais énoncées à ce sujet dans ma dernière Note doivent donc être modifiées dans le sens positif. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés organo-métalliques des hydrocarbures aromatiques dihalogénés dans le noyau. Action de l'iode.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 1350) j'ai montré qu'on obtenait avec de bons rendements le monoiodobenzène et le paraiodotoluène en faisant agir, à froid, l'iode sur le bromure de phénylemagnésium et sur le bromure de paratolylemagnésium. Dans le but de généraliser cette réaction et en vue d'obtenir des composés polyiodés, j'ai été amené à étudier l'action de quelques hydrocarbures aromatiques, dihalogénés dans le noyau, sur le magnésium en présence d'éther.

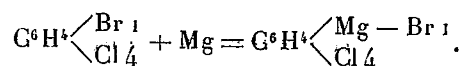
» Le paradibromobenzène, premier corps auquel je me suis adressé, réagit avec facilité. Le mode opératoire que j'ai employé dans tous les cas est le suivant : je place dans un ballon, surmonté d'un réfrigérant ascendant, le carbure dihalogéné, son poids d'éther et le magnésium, en tournure récemment préparée, puis, après avoir porté le liquide à l'ébullition de façon à déterminer la dissolution de la substance, j'y fais tomber quelques gouttes de brome bien sec. La réaction est immédiate : on la modère en ajoutant d'abord au mélange une certaine quantité d'éther anhydre, puis en arrosant la panse du ballon avec de l'eau froide. Elle s'arrête lorsqu'un atome de magnésium a réagi sur une molécule de carbure dihalogéné, même si la liqueur est portée à l'ébullition pendant plusieurs heures. La décomposition par l'eau du composé organométallique formé fournissant du benzène monobromé, la solution contenait donc du bromure de parabromophényle-magnésium :



$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}Br\ 1\\ Br\ 4\end{matrix}\right. + Mg = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}Mg - Br\ 1\\ Br\ 4\end{matrix}\right.,$$

elle renferme aussi une faible quantité de paradibromodiphényle produit par une réaction secondaire.

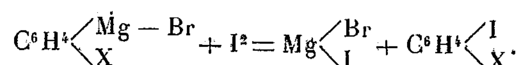
» Avec le parachlorobromobenzène tout se passe de la même manière. La solution traitée par l'eau donne du benzène monochloré, elle renfermait donc du bromure de parachlorophényle-magnésium



» Dans les mêmes conditions, le paradichlorobenzène ne réagit pas.

» En faisant absorber de l'anhydride carbonique sec par les composés magnésiens ci-dessus, et en décomposant par l'acide chlorhydrique les produits de la réaction, j'ai obtenu les acides parabromobenzoïque et parachlorobenzoïque avec un rendement de 20 pour 100 environ.

» L'iode réagit avec énergie de la manière suivante :



On ajoute cette substance, par petites portions, dans le mélange refroidi par un courant d'eau froide jusqu'à coloration brune. Après traitement à l'eau, à l'acide chlorhydrique on décolore la solution éthérée avec du mercure, puis on rectifie les produits de l'opération. On obtient ainsi le dérivé dihalogéné avec un rendement moyen de 80 pour 100.

» J'ai ainsi transformé :

Le dibromobenzène 1.4	en	parabromoiodobenzène
Le dibromobenzène 1.3	en	métabromoiodobenzène
Le bromochlorobenzène 1.4	en	parachloroiodobenzène
Le dibromonaphtalène 1.4	en	bromoiodonaphtalène 1.4

» Les hydrocarbures aromatiques, dihalogénés dans le noyau, ne sont pas les seuls corps polysubstitués susceptibles de former des combinaisons avec le magnésium en présence d'éther. On en obtient dans la série grasse, en petite quantité il est vrai, avec l'iodure de méthylène et le bromure de triméthylène : en même temps il y a un dégagement gazeux abondant d'éthylène dans le premier cas, de cyclopropane dans le second. L'iodoforme attaque aussi avec facilité le magnésium, mais l'acétylène est le seul produit de la réaction. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la méthylation du glutaconate d'éthyle.* Note de M. E.-E. Blaise, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré, dans une Note antérieure, que la méthylation du glutaconate d'éthyle, à 0°, donne un mélange d'acides où dominent les acides 2.2 et 2.4-diméthylglutaconiques. J'ai indiqué, en outre, qu'à cette température on ne peut introduire plus de deux méthyles dans la molécule. Cependant, en employant un grand excès d'éthylate de sodium et d'iodure de méthyle, on peut isoler, des dernières eaux mères de cristallisation de l'acide brut, quelques cristaux qui se distinguent par ce fait qu'ils sont isolés, parfaitement limpides et assez volumineux. L'analyse de ces cristaux montre qu'ils renferment plus de carbone que n'en exige un acide diméthylglutaconique. J'ai donc été conduit à rechercher si, en opérant à chaud, on ne pourrait pas introduire un troisième méthyle dans la molécule de l'acide glutaconique.

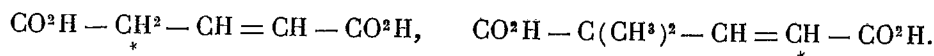
» L'éther diméthylglutaconique brut, obtenu en méthylant l'éther glutaconique à 0°, a été traité, au bain-marie et dans les conditions ordinaires, par l'éthylate de sodium et l'iodure de méthyle. La solution, d'abord jaune, se décolore peu à peu et, au bout d'une demi-heure, la réaction est terminée. L'éther obtenu donne, par saponification, l'acide triméthylglutaconique, mais on retrouve dans les eaux mères une quantité importante d'acide 2.2-diméthylglutaconique, ainsi qu'un peu d'acides diméthylé 2.4 et triméthylé.

» L'acide triméthylglutaconique cristallise en magnifiques prismes clinorhombiques. à pointements octaédriques plus ou moins développés, et pouvant atteindre plusieurs centimètres. Facilement soluble dans l'eau chaude, il est peu soluble à froid dans ce dissolvant. Il fond à 150°. Son éther diéthylique bout à 139°, sous 24^{mm}.

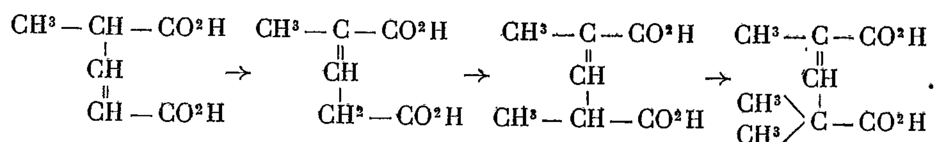
» Afin de déterminer la part qui revient à chacun des acides 2.2 et 2.4-diméthylglutaconiques dans la formation de l'acide triméthylé, j'ai préparé les éthers correspondants purs et je les ai soumis à la méthylation. J'ai constaté que le 2.4-diméthylglutaconate d'éthyle donne, avec l'éthylate de sodium, une solution jaune qui se décolore peu à peu par action de l'iodure de méthyle. L'éther obtenu, saponifié, fournit de l'acide triméthylglutaconique. Au contraire l'éther 2.2-diméthylglutaconique n'est pas coloré par l'éthylate alcalin, et, après action de l'iodure de méthyle, l'éther régénéré, saponifié, donne exclusivement l'acide primitif.

» Ce fait intéressant montre que, seuls, les atomes d'hydrogène d'un groupement CH^2 compris entre un atome de carbone éthylénique et une fonction acide sont substituables par les métaux alcalins et les alcoyles, tandis que l'atome d'hydrogène fixé

sur un atome de carbone éthylénique sodé, d'autre part à un carboxyle n'est pas acide et ne peut être substitué :



» Ce fait permet, en outre, d'établir le mécanisme de la diméthylation de l'éther glutaconique. En effet, d'une part, les deux atomes d'hydrogène du groupe CH^2 étant substitués normalement, on obtient l'acide 2.2-diméthylglutaconique. D'autre part, un seul de ces atomes étant substitué par un méthyle, la liaison éthylénique émigre sous l'influence de l'éthylate alcalin. Il en résulte la formation, en position 4, d'un nouveau groupe CH^2 dont les atomes d'hydrogène sont acides. A 0°, un seul de ces atomes est substitué par un méthyle, et l'on obtient l'acide 2.4-diméthylglutaconique, dans lequel le dernier hydrogène acide est lui-même remplaçable, à chaud, par un troisième méthyle :



» L'acide triméthylglutaconique possède, en effet, ses trois méthyles en position 2.2.4. D'après son mode de formation, deux d'entre eux sont nécessairement en 2.4; quant au troisième, il est en position 2, car l'oxydation permanganique de l'acide triméthylglutaconique donne 95 pour 100 du rendement théorique en acide diméthylmalonique.

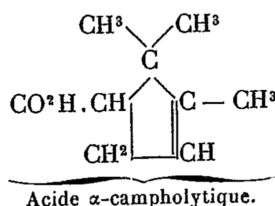
» Il est intéressant de remarquer que, dans la série glutaconique, la coloration jaune que fournit un éther avec l'éthylate de sodium est caractéristique de la présence, dans cet éther, d'un atome d'hydrogène acide. En effet, les éthers glutaconique, dicarboxylglutaconique, 2.4-diméthylglutaconique et glutaconylglutaconique donnent cette réaction colorée, tandis que les éthers 2.2 diméthyl- et 2.2.4 triméthylglutaconiques ne colorent pas l'éthylate alcalin. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Migration du groupe méthyle dans la molécule du camphre.* Note de MM. **G. Blanc** et **M. Desfontaines**, présentée par M. A. Haller.

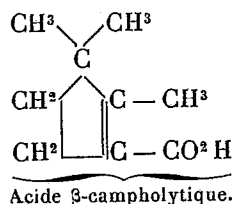
« Dans une Note publiée l'an dernier [1], l'un de nous, en collaboration avec M. E.-E. Blaise, a tenté de montrer que, si l'on part du camphre, on

[1] E.-E. Blaise et G. Blanc, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 71.

peut, par une série de réactions convenables, aboutir à deux sortes de dérivés : les uns, normaux, appartenant à la série α; les autres, anormaux, appartenant à la série β, par exemple :



Acide α-campholytique.



Acide β-campholytique.

l'isomérie dans chacune de ces deux séries n'étant point due à une manifestation d'ordre stéréochimique, ou même à un simple déplacement de la double liaison, mais provenant d'une transposition moléculaire, dont l'un de nous a donné le mécanisme (¹).

» Pour cela nous avons comparé les deux amines $C^8H^{19}Az$, provenant l'une de la réduction du nitrile β-campholytique, et décrite sous le nom de dihydro-β-aminocampholène (²), l'autre provenant du traitement de la dihydro-α-campholénamide (³) par le brome et la soude (Réaction d'Hofmann). Le dédoublement de la première base (racémique de par sa préparation) en ses deux antipodes optiques, n'ayant pu s'effectuer, la comparaison ne put avoir lieu. Nous fûmes alors conduits à imaginer une autre méthode.

» L'acide α-dihydrocampholénique $C^8H^{15}CH^2 - CO^2H$ fut bromé, et l'acide bromé $C^8H^{15}CHBrCO^2H$ ainsi obtenu fut traité par la potasse alcoolique; l'acide incomplet $C^8H^{14} = CH - CO^2H$ oxydé par le permanganate de potassium fut converti en une cétone qui fut trouvée différente de la 2.3.3-triméthylcyclopentanone de Noyes (⁴), ce qui démontra le fait que nous voulions prouver. Cette conclusion n'était pas entièrement légitime, car la triméthylcyclopentanone de Noyes est inactive, tandis que la triméthylcyclopentanone, dérivée de l'acide α-dihydrocampholénique, est active ($\alpha_D = +30°$ environ).

» Nous avons donc été obligé de reprendre ce travail et d'opérer avec l'acide α-dihydrocampholénique *racémique*, dérivé de la camphoroxime *racémique*. Cette fois, nous avons pu légitimement comparer : 1° Le β-dihydroaminocampholène avec la base $C^9H^{19}Az$ dérivée de l'amide α-dihydrocampholénique racémique; 2° La 2.3.3-triméthylcyclopentanone de Noyes avec la cétone obtenue en partant de l'acide α-dihy-

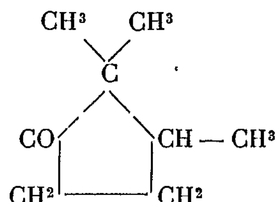
(¹) G. Blanc, *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXIII, p. 107.
(²) Wahl et F. Tiemann, *Ber.*, t. XXXIII, p. 1929.
(³) G. Blanc, *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXV, p. 68.
(⁴) Noyes, *Ber.*, t. XXXIII, p. 55.

drocampholénique racémique. Il résulte de cette comparaison que ces dérivés sont deux à deux différents (1).

» Au cours de ce travail, nous avons préparé les dérivés suivants : camphorimine nitrée, *racémique* $C^8H^{14}\langle {C = Az - AzO^2 \atop CH^2}$ fondant à 28° (le dérivé actif fond à 43°), nitrile et acide α-dihydrocampholénique *racémiques*, dont les points d'ébullition sont identiques à ceux des dérivés actifs; amide α-dihydrocampholénique *racémique*, fondant à 126° (le dérivé actif fond à 143°).

» L'α-dihydroaminocampholène *racémique*, $C^8H^{15}CH^2AzH^2$, bout à 190°, son oxamide fond à 150° (dérivé actif : 147°-148°); le picrate fond en se décomposant vers 230° (dérivé actif : vers 227°); l'urée $C^8H^{15}CH^2AzH - COAzH^2$ fond à 112° (dérivé actif : 119°).

» La 4.5.5 triméthylcyclopentanone *racémique*



bout à 164°; son oxime fond à 105° (dérivé actif : 107°-108°); sa semicarbazone fond à 210°-212° (dérivé actif : 188°); enfin, le dérivé benzylidénique $C^8H^{12}O = CH.C^6H^5$ est liquide, ou tout au moins ne doit cristalliser qu'à basse température (dérivé actif fixe : 34°). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action successive des acides et des ferments solubles sur les polysaccharides à poids moléculaire élevé.* Note de MM. **Ém. Bourquelot** et **H. Hérissey**.

« L'étude de l'action des ferments solubles sur un hexotriose, le *gentianose* (2), a permis, comme on l'a vu, d'énoncer quelques idées générales relativement à l'hydrolyse fermentaire des polysaccharides plus condensés (3). En réalité, le mécanisme est le même dans tous les cas :

(1) Pour la partie expérimentale, voir le Mémoire de E.-E. Blaise et G. Blanc, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 71.

(2) Ém. Bourquelot et H. Hérissey, *Action des ferments solubles et de la levure haute sur le gentiobiose. Remarques sur la constitution du gentianose* (*Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 1416).

(3) Ém. Bourquelot, *Sur l'hydrolyse par les ferments solubles des hydrates de*

l'hydrolyse se fait dans un ordre déterminé, et la désagrégation moléculaire exige d'autant plus de ferments, ou mieux d'actes fermentaires, qu'il y a de molécules sucrées réunies.

» Analysons encore une fois l'hydrolyse régulière et intégrale du gentianose, polysaccharide qui, nous le répétons, résulte de l'action de 1^{mol} de lévulose et de 2^{mol} de dextrose. Cette hydrolyse peut être obtenue de quatre manières différentes, en faisant agir successivement soit : 1° l'invertine et la gentiobiase; 2° l'acide sulfurique à 3 pour 1000 et ce même acide à 30 pour 1000; 3° l'invertine et l'acide sulfurique à 30 pour 1000; 4° l'acide sulfurique à 3 pour 1000 et la gentiobiase.

» Dans les quatre cas, le phénomène se passe en deux temps : 1° dédoublement du gentianose en lévulose et gentiobiose; 2° dédoublement du gentiobose en ses 2^{mol} de dextrose; les 3^{mol} de sucres composants se trouvant finalement mises en liberté.

» Il a été établi d'autre part, ainsi qu'on l'a rappelé plus haut, que les polysaccharides plus condensés que le gentianose ne peuvent être hydrolysés, eux aussi, que par le concours de plusieurs ferments. Il nous a paru intéressant, surtout au point de vue théorique, de pousser la comparaison plus loin et de rechercher si la désagrégation totale de ces polysaccharides très condensés pouvait être obtenue égalemeut en faisant intervenir acide et ferment.

» Nous nous sommes adressés, pour effectuer ces recherches, aux hydrates de carbone (mannanes) que nous étudions depuis plusieurs années, et qui constituent une grande partie des réserves alimentaires des albumens cornés. Certains de ces composés sont hydrolysés, partiellement ou en totalité, par l'ensemble de ferments solubles que nous avons appelé *séminase* et que renferme en abondance la graine de Luzerne germée. D'autres, au contraire, tout en fournissant du mannose à l'hydrolyse par les acides minéraux, résistent à ces ferments. Nous avons pensé que, si ces derniers présentaient cette particularité, c'est que la séminase ne renferme pas le ou les ferments solubles susceptibles d'effectuer les premiers stades de l'hydrolyse, premiers stades qu'il serait peut-être possible d'effectuer à l'aide d'un acide minéral. L'expérience a donné raison à cette manière de voir, comme le montrent les essais suivants, relatifs à l'albumen de la graine de *Phœnix canariensis*.

» *Essais sur les hydrates de carbone de l'albumen de la graine de* Phœnix canariensis *Hort.* — Les hydrates de carbone presque entièrement constitués par des

---

carbone à poids moléculaire élevé (*Société de Biologie*, t. LIV, 1902, p. 1140). — *Généralités sur les ferments solubles qui déterminent l'hydrolyse des polysaccharides* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 762).

mannanes [1] sont hydrolysés par les ferments qui se produisent pendant la germination de la graine, mais ils résistent, ainsi que nous nous en sommes assurés de nouveau, à l'action de la séminase.

» On a délayé 50g de graines, finement pulvérisées, dans 75g d'acide sulfurique à 60 pour 100. Après 24 heures de contact, on a dilué avec de l'eau à 1000^{cm^3} et filtré au papier pour séparer le liquide du résidu en apparence non attaqué. Le liquide a été neutralisé avec du carbonate de chaux. On a filtré, porté à l'ébullition et filtré de nouveau. Ce liquide ne contenait pas de mannose. On a alors effectué les essais suivants :

1.		2.		3.	
Liquide neutralisé........	200^{cm^3}	Liquide neutralisé.	200^{cm^3}	Poudre de malt de Luzerne.	4g
Poudre de malt de Luzerne.	4g	Toluène..........	Q. S.	Eau distillée.............	200^{cm^3}
Toluène.................	Q. S.			Toluène.................	Q. S.

» Au bout de deux jours de séjour à l'étuve à 40°, on a traité 100^{cm^3} de chacun des liquides filtrés par l'acétate de phénylhydrazine. Le premier a donné 0g,094 de mannosehydrazone pour 100^{cm^3}, tandis que les autres n'en ont pas donné trace.

» Donc, sous l'action de l'acide, une petite quantité de mannanes s'était changée en produit soluble dans l'eau et hydrolysable par la séminase.

» Des expériences analogues ont été faites sur les graines de *Phytelephas macrocarpa* R. et P. (corrozo). Les phénomènes ont été un peu plus complexes, par la raison qu'une très minime portion des mannanes de l'albumen est directement hydrolysée par la séminase; mais les résultats de nos expériences n'en sont pas moins probants, et même plus probants que les précédents. Un traitement par l'acide sulfurique, analogue à celui que nous venons de décrire, a donné un liquide et un résidu qui ont été soumis tous deux, — le premier après neutralisation et le second après lavage complet — à l'action de la séminase.

» Dans tous les cas, on a constaté la formation de mannose, et cela aux dépens de mannanes devenues attaquables par les ferments à la suite du traitement précité. Nous avons effectué, à cet égard, dans des conditions variées (quant à la durée d'action de l'acide et à la concentration de ce dernier), un grand nombre d'essais que nous ne pouvons rapporter ici et qui tous nous ont donné des résultats concordants.

» Il ressort de ces faits que l'ensemble des ferments solubles que produisent les graines des Palmiers pendant la germination renferme un ou plusieurs termes enzymotiques, qui manquent dans la séminase de la graine de Luzerne, et qui peuvent être considérés comme complémentaires de cette séminase dans l'action qu'elle est susceptible d'exercer sur les albumens des Palmiers.

[1] Ém. Bourquelot et H. Hérissey, *Sur la composition de l'albumen de la graine du* Phœnix canariensis *Hort, et sur les phénomènes chimiques qui accompagnent la germination de cette graine* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 302).

» Une autre conséquence enfin est encore à mettre en lumière, c'est que la modification produite par l'acide — et qui vraisemblablement est la même que celle que produiraient ces ferments complémentaires — ne doit pas fatalement, pour que le polysaccharide insoluble devienne hydrolysable par des ferments déterminés, correspondre à une solubilisation de ce composé, car, dans nos expériences, le résidu du traitement acide, lavé à fond, a fourni une assez forte proportion de mannose sous l'action de la séminase. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dédoublement diastasique du salol.* Note de M. **Emm. Pozzi-Escot.**

« Dans de récentes publications, MM. Ch. Nobécourt et Merklin ont obtenu le dédoublement du salol par les ferments diastasiques du lait; A. Desmoulières a cherché à montrer que cette saponification n'est pas le fait d'un ferment saponifiant, d'une lipase. Il m'a semblé intéressant de rechercher si, dans les conditions ordinaires d'action, la lipase serait capable d'agir sur la fonction éther-phénol, comme elle le fait avec facilité sur la fonction éther-alcool.

» M. Hanriot a bien reconnu, il y a quelques années, que la lipase agissait sur la fonction éther-phénol, mais il convient de remarquer que, dans les travaux qu'il a publiés sur la lipase, M. Hanriot est parti de cette idée, que la lipase ne peut agir sur un milieu alcalin. Nous savons aujourd'hui, au contraire, que la lipase a une activité d'autant plus grande que le milieu est plus acide; en outre, M. Hanriot opérait avec de la lipase physiologique, beaucoup moins active que les lipases végétales.

» Le mode opératoire adopté a été le suivant : 25^g de graines de ricin, décortiqués et broyés, puis complètement déshuilés par traitement à l'éther ou au sulfure de carbone, étaient mélangés avec 1^g de salol et 20^{cm^3} d'eau et quelques gouttes d'une solution alcoolique saturée de thymol; le mélange était abandonné à 25° pendant 48 heures.

» Des essais témoins étaient faits en utilisant du butyrate d'éthyle au lieu et place du salol.

» Dans le premier cas, après un contact de 48 heures, le mélange était extrait à l'éther et l'acide salicylique était recherché par le perchlorure de fer. Deux essais ont donné un résultat négatif; dans le troisième, on a reconnu la formation d'une très petite quantité d'acide salicylique. Dans les essais témoins au butyrate d'éthyle, un dosage alcoolimétrique a montré qu'il s'était formé de 19,5 à 42,7 pour 100 d'acide.

» Il résulte donc de ces essais que les ferments saponifiants des graines

végétales, très actifs sur les fonctions éthers des acides gras acycliques, ont une activité très faible et presque nulle vis-à-vis des fonctions éthers phénoliques.

» Dans d'autres essais j'ai utilisé le phénol libre comme agent antiseptique sans nuire de façon sensible à l'action saponifiante des lipases végétales; il ne peut donc être question, dans les essais qui précèdent, de l'influence destructrice du phénol résultant de la saponification du salol. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur la loi d'excitation électrique chez quelques Invertébrés.* Note de M. et Mme **L. Lapicque**, présentée par M. Alfred Giard.

« L'effet d'une excitation électrique dépend à la fois de l'intensité du courant et de la durée du passage. Pourtant, dans l'étude de l'excitation minima des muscles et des nerfs moteurs chez les animaux ordinaires des laboratoires (grenouille principalement), l'influence de la durée a longtemps passé inaperçue. On considérait des temps beaucoup trop longs par rapport au phénomène. Récemment, M. G. Weiss a mis en lumière cette influence et l'a étudiée, grâce à son interrupteur balistique, qui lui a permis de prendre pour les temps une unité de l'ordre du dix millième de seconde ([1]).

» M. Weiss a montré que la loi, pour des durées extrêmement courtes (comprises, par exemple, entre un demi-millième et 3 millièmes de seconde, chez la grenouille) s'exprime par la relation suivante entre les temps t du passage du courant et la quantité d'électricité Q nécessaire pour arriver au seuil de l'excitation : $Q = a + bt$, a et b étant des constantes qui dépendent de l'ensemble des conditions de l'expérience.

» Cette loi se représente graphiquement, si l'on porte Q en ordonnée et t en abscisse, par une droite inclinée sur l'axe des x et qui viendrait couper l'axe des y à une certaine hauteur au-dessus de l'origine.

» Au cours d'une série de recherches sur l'excitabilité et la rapidité de contraction de divers muscles, nous avons été amenés, voulant étudier des muscles très lents, à chercher l'application de cette loi à divers Invertébrés marins.

([1]) *Comptes rendus*, 1901.

» Nos expériences antérieures nous faisaient prévoir que, pour ces muscles lents, il y aurait lieu de considérer dans la loi d'excitation des temps moins courts que pour les muscles de la grenouille. Nous nous sommes servis, par conséquent, simplement d'un appareil à chute, et nous avons d'abord étudié la pince du Crabe (*Carcinus mœnas*).

» Pour des temps allant de $\frac{6}{1000}$ à $\frac{30}{1000}$ de seconde, nous avons obtenu sur cet objet des résultats qui ne s'accordent pas exactement avec la loi. Si l'on va des temps les plus longs aux temps les plus courts, on trouve que le voltage (qu'on peut prendre pour l'intensité, la résistance étant constante) s'accroît moins vite que ne l'exigerait la formule. L'écart s'est montré plus ou moins grand suivant les préparations; il est monté jusqu'à 50 pour 100.

» Si l'on représente graphiquement les résultats expérimentaux suivant les conventions indiquées plus haut, les points jalonnent non une ligne droite, mais une courbe concave vers l'axe des x.

» Nous avons pu obtenir des résultats plus complets avec l'Aplysie. Un lambeau contractile découpé dans le manteau de ce mollusque et maintenu pendant quelques heures attelé au myographe, jusqu'à ce que la contracture résultant du traumatisme ait disparu, constitue une préparation très favorable pour l'étude de la loi d'excitation. En effet, pour une durée de passage du courant de 2 ou 3 secondes, on n'a pas encore atteint la limite où l'intensité nécessaire à la réponse minima est devenue constante; on dispose donc d'une échelle de temps extrêmement étendue, et l'on peut s'approcher de l'origine presque autant qu'on le voudra, les millièmes de seconde constituant ici des temps très courts.

» Pour des durées variant de $\frac{4}{1000}$ de seconde à 2 secondes (les fermetures de courant étant produites, pour les temps courts par l'appareil à chute, pour les temps longs par la roue dentée de Marey), les quantités d'électricité qui ont été trouvées nécessaires pour le seuil de l'excitation, reportées sur un graphique, tracent la courbe suivante : de $\frac{1}{4}$ de seconde à 2 secondes, les points sont placés suivant une ligne droite, à ordonnée croissante avec le temps; prolongée vers l'origine, cette droite viendrait couper l'axe des y à une certaine hauteur; mais pour les temps plus courts que $\frac{1}{4}$ de seconde, la courbe s'infléchit de plus en plus et paraît tendre vers l'origine.

» De ces faits nous concluons que la formule de M. Weiss n'est qu'une expression approchée de la loi d'excitation; nous espérons arriver à établir une formule plus exacte. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Excrétion et phagocytose chez les Onychophores.* Note de M. L. **Bruntz**, présentée par M. Y. Delage.

« Récemment j'ai pu me procurer deux exemplaires de *Peripatopsis Capensis* Grube, chez lesquels j'ai recherché les organes excréteurs, en utilisant la précieuse méthode des injections physiologiques.

» En employant le carminate d'ammoniaque comme réactif coloré, sur des dissections et des coupes sériées, j'ai pu reconnaître chez les ONYCHOPHORES deux sortes d'organes excréteurs.

» Ce sont : 1° Les *néphrocytes à carminate;* 2° les *reins pédieux,* essentiellement composés d'un *saccule* et d'un *labyrinthe.*

» I. *Néphrocytes à carminate.* — Lorsqu'un *Péripate,* injecté au carminate d'ammoniaque, est ouvert par la face ventrale, si l'on rejette les bords de côté et enlève le tube digestif et les glandes muqueuses, on aperçoit, grâce à la transparence du septum péricardial, dans la région dorsale et médiane, un tissu coloré en rose par du carminate éliminé. Ce tissu s'étend dans toute la longueur du corps reposant sur les faisceaux musculaires dorsaux. A côté de ces cellules excrétrices on en rencontre d'autres analogues formant une ligne le long des bords extérieurs des mêmes muscles. Si, ensuite, on incise longitudinalement la cloison qui sépare normalement les compartiments latéraux de l'hémocœle, de sa cavité ventrale, on aperçoit encore des plages colorées en rose d'abord en face de chaque patte, comme nous le verrons plus loin, puis entre deux pattes successives. Ces dernières plages colorées sont encore composées de néphrocytes à carminate.

» Des coupes transversales montrent que ces cellules à carminate sont de grosses cellules régulières munies d'une membrane épaisse; le cytoplasme est bourré de granules jaunâtres et réfringents au milieu desquels le carminate est très finement précipité et uniformément répandu. Chaque cellule possède de 1 à 3 gros noyaux. Ces néphrocytes qu'on retrouve épars dans les pattes, suivant quelques trajets musculaires, sont surtout groupés autour du cœur qu'ils entourent, remplissant le sinus péricardial. Les néphrocytes péricardiaux sont en tout point comparables aux cellules péricardiales des Insectes.

» Ces cellules, dont je viens de parler, étaient connues depuis longtemps. MOSELEY (1874) les prenait pour du tissu adipeux. GAFFROU (1885) a une tendance à les considérer comme des cellules trachéennes, SEDWIG (1888) les homologue à un tissu lymphatique. Mes expériences ont montré que ces cellules sont excrétrices; elles constituent un organe clos, rein d'accumulation ou de transformation.

» II. *Reins pédieux.* — Les organes que je distingue sous ce nom sont connus et appelés *néphridies* ou *organes segmentaires.* Ils ont été étudiés par les auteurs cités plus haut. De l'ensemble de leurs travaux, il résulte qu'une néphridie se compose :

» 1° D'un réservoir piriforme débouchant à l'extérieur;

» 2° D'un tube plus ou moins contourné qui y fait suite, débouchant

» 3° Dans un entonnoir très bien différencié, s'ouvrant

» 4° Dans une vésicule terminale close.

» Cependant cette vésicule terminale close n'a été reconnue que pendant la période du développement. Quant au tube ondulé, en raison des variations de structure histologique qu'il subit, on y a reconnu plusieurs régions sur lesquelles les auteurs ne sont pas d'accord. Mon étude m'a permis de constater histologiquement que la vésicule terminale se retrouve complète dans les formes adultes, si bien que les figures données par les traités classiques sont fausses ou incomplètes. La vésicule

terminale est quelquefois peu développée et n'est constituée que par un endothélium dont les noyaux sont très visibles. Cet endothélium limite une cavité interne, réduite, très souvent virtuelle par accolement des parois.

» La vésicule terminale débouche dans le tube ondulé que j'appelle *labyrinthe*, par l'intermédiaire d'une portion différenciée appelée à cause de sa forme : entonnoir. Elle n'est pas ciliée comme on l'avait écrit (Balfour).

» Celle qui fait suite à l'entonnoir est composée d'un épithélium dont les cellules ne présentent pas de limite et que j'ai reconnu offrir la même structure que le labyrinthe des reins des Crustacés.

» Au point de vue fonctionnel, j'ai constaté contre mon attente que c'était l'endothélium de la vésicule terminale qui éliminait le carminate d'ammoniaque. Quant au labyrinthe, il est fort probable qu'il est aussi fonctionnel et élimine le carmin d'indigo; j'ai manqué de matériaux pour vérifier ce fait.

» J'ai de plus constaté que les trois premières paires de reins pédieux correspondant aux trois premières paires de pattes, malgré leur réduction, sont fonctionnelles.

» Ainsi donc, les Péripates possèdent des *reins pédieux* en tout point comparables à ceux des Crustacés. J'ai montré précédemment que les *reins labiaux* des Diplopodes étaient eux aussi analogues aux reins des Crustacés. Or, je viens de découvrir chez les Thysanoures, formes que nous avons de bonnes raisons pour considérer comme ancestrales, des organes rénaux analogues et qui jusqu'alors avaient été considérés comme des glandes salivaires. On sait que les glandes anales, les glandes muqueuses des Péripates ne sont que des reins pédieux modifiés; il est donc permis de penser que les glandes salivaires, séricigènes, etc. des Insectes ne sont, elles aussi, que des organes rénaux modifiés. Seuls, dans les formes anciennes, les reins ont gardé leur fonction excrétrice.

» *Phagocytose*. — De l'encre de Chine, mêlée au carminate d'ammoniaque injecté, m'a permis de reconnaître, chez les Onychophores, l'absence d'organe phagocytaire. La phagocytose s'effectue par l'intermédiaire des globules sanguins qui, après avoir capturé les particules solides de l'encre, se retrouvent en grande abondance accolés autour des labyrinthes des reins pédieux. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'absorption de l'antitoxine tétanique par les plaies; action immunisante du sérum antitétanique sec, employé au pansement des plaies tétanigènes*. Note de M. **A. Calmette**, présentée par M. Roux.

« On peut facilement conférer aux cobayes l'immunité contre le tétanos en faisant absorber à ces animaux de petites quantités de sérum antité-

tanique par une petite plaie de 3^{mm} ou 4^{mm} de longueur, en boutonnière, intéressant toute l'épaisseur du derme.

» L'expérience ne réussit ordinairement pas si l'on se contente de badigeonner la plaie avec un pinceau trempé dans du sérum liquide. Au contraire, elle réussit toujours si l'on saupoudre la plaie avec une très petite quantité de sérum *sec, finement pulvérisé*. Quelques milligrammes de sérum suffisent ainsi à vacciner les animaux contre des doses de toxine tétanique dix fois mortelles.

» Cette constatation m'a déterminé à rechercher s'il serait possible d'empêcher l'infection tétanique de se produire en employant le sérum antitoxique *à l'état sec* au pansement des plaies tétanigènes.

» Des poussières de balayage, mélangées d'un peu de terre, sont copieusement imprégnées de spores tétaniques fraîches, non lavées. La poussière ainsi préparée est séchée à l'étuve à 35°, et conservée pour l'usage.

» Si l'on fait sur le dos ou à la cuisse d'un cobaye une petite plaie pénétrante à l'aide de ciseaux et qu'on saupoudre celle-ci avec cette poussière, l'animal prend un tétanos mortel en 4 à 6 jours.

» Dix cobayes ainsi infectés, en variant le siège de la blessure, ont tous succombé.

» Dix autres cobayes infectés de la même manière que les précédents ont été traités, de 2 à 6 heures après l'infection : leurs plaies, légèrement avivées, furent saupoudrées avec du sérum antitétanique sec, finement broyé. Ce sérum préservait à la dose de $0^{mg},1$ (pesé à l'état sec) les cobayes de 400^{g} environ contre une dose de toxine sûrement mortelle en 48 heures.

» Aucun de ces animaux n'a pris le tétanos.

» Lorsque les plaies tétanigènes sont saupoudrées de sérum plus de 7 heures après l'infection, les résultats deviennent inconstants : quelques animaux prennent le tétanos et succombent plus ou moins tardivement. Après 12 heures, le pansement au sérum se montre toujours inefficace.

» Ces expériences, dont plusieurs ont été faites dans mon laboratoire par le Dr Rivas, assistant du professeur Mac Farland, de Philadelphie, montrent qu'on peut aisément vacciner les animaux et empêcher l'infection tétanique par la simple absorption du sérum à la surface d'une plaie souillée de germes de tétanos.

» Elles m'ont conduit à penser qu'il y aurait de très grands avantages à appliquer la même méthode de traitement chez l'homme lorsqu'on se

trouve en présence de plaies souillées de terre ou de déjections animales susceptibles d'être infectées par le bacille de Nicolaïev.

» Le cas est surtout fréquent à la campagne ou sur les champs de bataille, ou encore dans les pays chauds, où le tétanos est très commun.

» En adoptant cette méthode pour le pansement des plaies ombilicales chez les jeunes enfants, on réaliserait de la manière la plus simple la meilleure des prophylaxies contre le tétanos des nouveau-nés (sarrette, mal-mâchoires) qui, dans certaines régions du globe, représente un des principaux facteurs de la mortalité infantile. En Indo-Chine, par exemple, *un cinquième* des enfants qui naissent disparaissent avant le dixième jour par le fait de cette maladie!

» Le sérum antitétanique à l'état sec conserve indéfiniment son activité préventive. Son emploi pour le pansement des plaies ne présente, s'il est bien préparé, aucun inconvénient d'aucune sorte et n'exige aucune instrumentation spéciale. Il peut être mis entre les mains les plus inexpérimentées.

» Il y aurait donc le plus grand intérêt à en généraliser l'usage sous cette forme commode, en médecine et en chirurgie humaines, particulièrement en chirurgie militaire et aux colonies. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la réversibilité des actions lipolytiques.* Note de M. **Henri Pottevin**, présentée par M. Duclaux.

« La notion que les diastases sont capables de produire, selon les circonstances, deux actions de sens inverse, apparaît comme une de celles qui doivent être les plus fécondes pour l'interprétation des phénomènes de la chimie cellulaire; mais s'il semble bien qu'elle doive être générale et s'étendre à tous les ferments solubles; les faits sur lesquels elle s'appuie sont encore très peu nombreux : le premier a été signalé par Hill.

» Croft Hill (¹), par l'action de la maltase sur le glucose, a obtenu un produit de condensation qu'il a d'abord considéré comme identique au maltose, mais que depuis il a reconnu être différent de ce sucre et appelé *revertose* ; Emmerling (²) croit que c'est de l'isomaltose. Kastle et Lœwenhardt (³)

(¹) *Journ. Chem. Soc.*, 1898, p. 634 et 9 avril 1903.
(²) *Berichte*, 1901, p. 600, 2206.
(³) *American chem. Journ.*, 1901, p. 26, 533.

ont signalé la production de butyrate d'éthyle par union de l'acide et de l'alcool en présence de la diastase pancréatique; et Hanriot ([1]) a vu la sérolipase produire l'éthérification de la glycérine avec les acides butyrique, formique, acétique, sulfurique, nitrique, chlorhydrique. Emmerling ([2]) a obtenu l'amygdaline par action réversive de l'émulsine sur un mélange de glucose et de nitrile amygdalique. Enfin, tout récemment, E. Fischer et Armstrong ([3]), en faisant agir la diastase des grains de képhyr sur un mélange de glucose et de galactose, ont obtenu un nouveau disaccharide, isolé sous forme d'osazone, qui n'est ni le lactose, ni le mélibiose, et qu'ils ont appelé *isolactose*.

» Au cours de recherches que je poursuis sur la lipase pancréatique, j'ai constaté qu'elle est capable de produire, entre la glycérine et les acides gras élevés, ceux-là mêmes qui entrent dans la constitution des graisses naturelles, des phénomènes d'éthérification absolument nets et d'une étude facile : Kastle et Lœwenhardt, dans le travail cité plus haut, ont opéré avec la même diastase, mais n'ont pas visé les mêmes combinaisons.

» *Expérience.* — 1° L'extrait pancréatique a été obtenu en faisant macérer, dans la glycérine pure du commerce, du pancréas de porc finement haché, à raison de 100g de pancréas pour 250g de glycérine; pour l'expérience, cet extrait était filtré sous pression au travers d'un tissu serré.

» On a mélangé dans une fiole bien bouchée et complètement remplie (pour éviter l'action de l'air sur l'acide oléique) :

Extrait de pancréas glycériné	100g,23
Acide oléique pur	100g,25

le mélange a été abandonné à l'étuve à 35°.

» En prélevant à l'origine, et à intervalles réguliers, un poids déterminé du mélange qui était ensuite dissous dans l'alcool et saturé, en présence de phénol-phtaléine, par une solution de potasse normale, on a suivi les variations de la quantité d'acide resté libre; cette quantité, évaluée en acide oléique $C^{18}H^{34}O^2$, a été, pour 10g du mélange :

A l'origine	4g,987
Au bout de 2 jours	3,741
» 8 jours	3,315

(1) *Comptes rendus*, 1901, p. 212.
(2) *Berichte*, 1901, p. 3810.
(3) *Berichte*, 1902, p. 3144.

» Au bout de 8 jours, le mélange a été repris, précipité dans un grand volume d'eau bouillante, et lavé à l'eau tant que celle-ci entraînait des produits solubles. Le résidu a été repris par l'éther, digéré sur de la chaux éteinte, distillé, et repris à nouveau par l'éther bouillant.

» L'évaporation de l'éther a donné 26g,75 d'une huile neutre, jaunâtre, de densité 0°,946 à 20°.

» L'analyse de l'huile ainsi obtenue a donné :

	Trouvé.	Calculé pour la monooléine de la glycérine $C^{21}H^{40}O^4$.
C	70,91	70,78
H	11,44	11,23
O	17,65	17,99

» 5g,248 de l'huile ont donné après saponification :

Acide oléique (dosé à l'état d'oléate de baryte)	4g,150
Glycérine	1g,310

» 2° Un mélange témoin préparé et mis à l'étuve en même temps que le précédent et contenant :

Extrait de pancréas chauffé 30 minutes à 95°	20g,21
Acide oléique	20g,30

est resté sans changement, l'acide libre dosé comme plus haut n'a pas varié et l'extraction à l'éther, après saturation par la chaux, n'a pas fourni d'huile neutre.

» Sous l'influence de la diastase du pancréas, il s'est donc formé la monooléine de la glycérine.

» La monooléine ainsi obtenue, mise en contact avec l'extrait glycériné du pancréas, en présence d'un excès d'eau, est dédoublée en acide oléique et glycérine, la présence des sels neutres alcalins et alcalino-terreux hâte le dédoublement.

» 8g,245 de monooléine ont été émulsionnés dans 150cm³ d'eau salée à 2 pour 100 et additionnée de 10cm³ d'extrait glycériné de pancréas, le tout abandonné à l'étuve à 35°. Les dosages d'acide faits en agitant la masse de façon à la rendre homogène et prélevant 10cm³ qui étaient dissous dans l'alcool, puis saturés par la potasse normale ont donné :

	g
Acide oléique libre, en 10cm³ au début	0
» » après 1 jour	0,198
» » » 3 jours	0,317

» Au bout de 3 jours, on a repris 120^{cm^3} du mélange et dosé séparément l'oléine inaltérée, l'acide oléique et la glycérine; on a trouvé :

Oléine restant	$1^g,064$
Acide oléique	3,786
Glycérine, en plus de celle apportée par l'extrait	1,200

» Si, en résumé, à un extrait glycériné de pancréas (employé en suffisant excès pour que les quantités de glycérine et d'eau produites ou absorbées par l'action diastasique ne modifient pas sa composition d'une façon sensible), on ajoute de l'acide oléique, il s'éthérifie en partie; si l'on ajoute de la monooléine, elle est partiellement dédoublée; dans les deux cas, la réaction aboutit à un état d'équilibre caractérisé par la même valeur du rapport entre les poids d'acide libre et combiné. La valeur de ce rapport varie, toutes choses égales d'ailleurs, avec la teneur en eau de l'extrait pancréatique; elle est d'autant plus élevée que cette teneur est plus forte. Lorsque, dans une réaction, l'état d'équilibre est atteint, on peut le faire varier dans un sens ou dans l'autre, selon que l'on ajoute ou qu'on enlève de l'eau. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence de la formaldéhyde sur la végétation de la moutarde blanche.* Note de MM. **Bouilhac** et **Giustiniani**, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons essayé de reconnaître si une plante supérieure pouvait assimiler l'aldéhyde formique, et, à cet effet, nous avons disposé des cultures de moutarde blanche dans une solution minérale.

» Neuf flacons ayant une capacité de $\frac{1}{2}$ litre, après avoir été remplis avec cette solution, furent munis de bouchons percés de trous ayant $\frac{1}{2}$ centimètre de diamètre. Nous nous proposions de fixer l'extrémité des tiges de nos plantes dans ces trous au moyen d'un collet de coton, afin de limiter ainsi, autant que possible, l'évaporation de la formaldéhyde qui, dans la suite, devait être ajoutée aux solutions.

» Après avoir fait germer des graines de moutarde sur du sable, nous avons pris 18 plantes également développées et nous les avons partagées en 9 groupes de 2 plantes correspondant à nos neuf flacons. Ceux-ci furent divisés en deux séries : trois d'entre eux — les n°s 1, 2, 3, — furent choisis comme témoins; les autres — 4, 5, 6, 7, 8 et 9 — furent destinés à recevoir des doses variables d'aldéhyde formique.

» Nos cultures ont été disposées dans une serre voisine du laboratoire et placées de façon à ne recevoir qu'un faible éclairement; en leur limitant la lumière et par suite en leur enlevant dans une mesure notable la propriété de décomposer l'acide carbonique aérien, nous pensions observer plus aisément l'influence exercée par l'aldéhyde sur la végétation, au cas où cette matière servirait d'aliment hydrocarboné. Nous

avons employé une solution de formol à 25 pour 100 très pure que nous devons à l'obligeance de M. Trillat.

» 1° L'expérience a commencé le 10 mars de cette année. Dans le flacon 4 nous avons ajouté 3 gouttes de formaldéhyde; dans 5 et 6, 6 gouttes; dans 7, 10 gouttes; dans 8 et 9, 20 gouttes. 3 jours après, nous avons constaté que les plantes qui végétaient en présence de l'aldéhyde ne semblaient pas souffrir de sa toxicité. Restait à savoir si elles l'absorbaient. Or, en examinant au début nos solutions avec le réactif de Tollens (nitrate d'argent ammoniacal employé à froid et à l'abri de la lumière) on obtenait une réduction très nette, tandis qu'après 3 jours de végétation la réaction était complètement négative, sauf dans les liquides ayant reçu 20 gouttes d'aldéhyde.

» Mais il fallait encore s'assurer que l'absence de l'aldéhyde n'était pas due à sa volatilité. A côté de nos cultures nous avons disposé des flacons de même capacité remplis de la même solution additionnée des mêmes quantités d'aldéhyde. Après 3 jours le réactif de Tollens donnait avec ces liquides une réduction presque aussi intense qu'au début; ainsi la quantité de formol susceptible de disparaître par évaporation n'était pas appréciable.

» Il nous est donc permis de formuler cette conclusion : la moutarde blanche cultivée en solution nutritive additionnée de quelques traces d'aldéhyde formique peut vivre en présence de cette matière malgré sa toxicité et dans ces conditions elle l'absorbe rapidement jusqu'à sa disparition complète.

» 2° Évidemment, cette observation ne montrait pas que l'aldéhyde est assimilée par la plante, car celle-ci peut l'évaporer au fur et à mesure qu'elle arrive dans ses feuilles.

» Pour nous renseigner sur ce point, nous avons poursuivi nos essais et, puisqu'au bout de trois jours l'aldéhyde disparaissait de nos solutions, nous avons continué à en remettre le même nombre de gouttes tous les trois jours. Les cultures 4, 5 et 6 qui recevaient 3 et 6 gouttes prospéraient, tandis que les témoins restaient notablement inférieurs; 7 (10 gouttes), sans donner l'impression de la souffrance, végétait plus lentement que 4, 5 et 6; 8 et 9 (20 gouttes) souffraient visiblement.

» Dès le 15 avril, les plantes ayant grandi, nous avons ajouté le formol tous les deux jours. Enfin, le 6 mai, nous avons noté les observations qui sont résumées dans ce Tableau.

Résultats de l'expérience.

	Numéros.	Nombre de gouttes versées dans les flacons tous les trois ou deux jours.	Nombre de feuilles développées.	Couleur des plantes.	Dimensions maxima en millimètres de la feuille la plus développée.
Cultures témoins.	1.......	0	9	Vert clair jaunâtre	18 × 32
	2.......	0	10	Id.	21 × 29
	3.......	0	9	Id.	23 × 32

	Numéros.	Nombre de gouttes versées dans les flacons tous les trois ou deux jours.	Nombre de feuilles développées.	Couleur des plantes.	Dimensions maxima en millimètres de la feuille la plus développée.
Cultures en présence de l'aldéhyde.	4.......	3	12	Vert foncé	34 × 40
	5.......	6	14	Id.	38 × 45
	6.......	6	13	Id.	34 × 43
	7.......	10	12	Id.	18 × 25
	8.......	20	6	Vert clair.	14 × 22
	9.......	20	7	Id.	18 × 24

» La différence entre le groupe des témoins et celui des cultures 5 et 6 ayant reçu 6 gouttes de formol est des plus nettes; les témoins languissent pendant que les plantes nourries avec de l'aldéhyde prospèrent; et si nous voulions interrompre notre expérience, nous trouverions sans aucun doute des différences notables entre les poids de matière sèche de ces deux groupes de plantes.

» Tout en continuant nos recherches, nous pouvons dès maintenant conclure :

» L'aldéhyde formique peut servir d'aliment hydrocarboné à la moutarde blanche et lui permettre de prospérer lorsque la plante, étant insuffisamment éclairée, l'assimilation chlorophyllienne devient difficile.

» 3° En répétant ces essais de culture, mais en diminuant encore l'éclairement, toutes nos plantes sont mortes. On doit en conclure qu'une certaine quantité de lumière est nécessaire à la moutarde blanche pour assimiler l'aldéhyde formique. »

BOTANIQUE. — *Peut-on modifier les habitudes des plantes par la greffe?* Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Depuis longtemps déjà, comme je l'ai indiqué dans des Travaux antérieurs ([1]), je me suis demandé si l'on pouvait quelquefois modifier par la greffe les habitudes des plantes, tant au point de vue de la fabrication des réserves que de la floraison.

» J'ai montré que l'époque de la mise en réserve peut être modifiée (Chou jeune greffé sur Navet jeune) et que l'on trouve des proportions différentes de réserves dans le greffon et le sujet (Lis, Haricots, etc.).

([1]) L. Daniel, *Recherches morphologiques et physiologiques sur la greffe* (*Rev. gén. de Botanique,* 1894).

» On sait depuis longtemps que la floraison peut être avancée ou retardée à la suite de certaines greffes, et j'ai montré récemment que le développement peut être considérablement influencé par des greffes entre plantes d'âges différents.

» J'ai fait voir (1894) que si l'on greffe entre elles des parties annuelles de plantes vivaces, le tout meurt à l'époque habituelle (*Linaria vulgaris* sur *Anthirrinum majus*). De même, certaines plantes vivaces greffées sur plantes annuelles meurent l'hiver en même temps que le sujet. C'est là un fait signalé par Vöchting sur la Douce amère et la Tomate, et que j'ai observé dans beaucoup de Solanées greffées sur Tomate.

» Étendant le champ de ces recherches, j'ai greffé l'année dernière le *Solanum pubigerum*, plante vivace, sur le Tabac géant, qui est annuel sous notre climat. Aux premiers froids, j'ai placé les greffes en serre froide où elles ont supporté 5° à 6° au-dessous de zéro sens périr. Actuellement, *elles sont parfaitement vivantes et poussent vigoureusement après avoir donné des fleurs et des fruits pendant une bonne partie de l'hiver*.

» J'ai greffé, à la même époque, des parties annuelles de plantes vivaces (*Tanacetum Balsamita* et *Leucanthemum Lagustrum*) sur un sujet entièrement vivace (*Anthemis frutescens*). Dans ces cas, les greffons, placés en serre froide avec les précédents, *se sont maintenus; ils ont fleuri pendant tout l'hiver et actuellement portent encore des fleurs*. Des pousses de remplacement bien vigoureuses existent sur les greffons et promettent de donner lieu à une bonne végétation pendant la belle saison.

» La vigueur et la durée de ces greffes sont d'ailleurs, comme je l'ai déjà fait voir (¹), en rapport étroit avec la nature de la soudure au niveau du bourrelet. Tandis que toutes ou presque toutes les greffes de *Tanacetum* ont résisté à l'hiver, un certain nombre seulement de greffes de *Leucanthemum* ont persisté. Les autres, moins bien soudées et souffreteuses, sont mortes comme les tiges témoins, sans se tuberculiser suffisamment à la base.

» De ces faits, qui ne sont sûrement pas isolés (²), on peut tirer les conclusions suivantes, à la fois théoriques et pratiques :

» 1° La greffe de parties annuelles de plantes vivaces sur sujets vivaces appropriés permet de modifier la durée de ces parties annuelles et de prolonger leur floraison (Composées);

(¹) L. Daniel, *Sur la structure comparée du bourrelet dans les plantes greffées* (*Comptes rendus*, 2 février 1903).

(²) Je possède actuellement une série de greffes sur *Anthemis*, effectuées en vue d'obtenir des modifications du même genre, et qui sont bien reprises : *Leucanthemum vulgare, Tanacetum vulgare,* divers Asters, *Inula, Baccharis,* etc.

» 2° La greffe de plantes vivaces sur plantes annuelles dans un climat donné peut quelquefois rendre le sujet persistant (Tabac géant);

» 3° La nature des plantes et le bourrelet ont une grande importance relativement à l'étendue de ces phénomèmes;

» 4° La greffe, non seulement n'assure point, dans tous les cas, la conservation intégrale des caractères du greffon ou du sujet, mais elle change parfois considérablement ces caractères, assez pour permettre à l'horticulteur de s'en servir pour obtenir des légumes, des fruits ou des fleurs à contre-saison, assez pour démontrer la plasticité de l'espèce sous l'influence des variations brusques de milieu que cause cette opération. »

AÉRONAUTIQUE. — *Sur l'incendie spontané de ballons pendant l'atterrissage.* Note de M. **W. de Fonvielle**, présentée par M. Janssen.

« Ces accidents se sont produits de temps en temps depuis de longues années, sans attirer l'attention des physiciens, parce qu'on les attribuait invariablement à l'imprudence de quelque fumeur, témoin de la descente. Mais il en est autrement depuis la catastrophe du *Humboldt,* ballon de la Société de Navigation aérienne de Berlin, incendié le 16 avril 1893. En effet, il fut constaté, cette fois, que l'explosion se produisit au moment où le pilote, qui était sorti de la nacelle, approchait la main de la soupape, afin d'ouvrir les volets d'une façon permanente et de donner une libre issue à ce qui restait de gaz dans l'enveloppe reposant à terre. Il était dès lors démontré qu'une forte charge d'électricité positive s'était accumulée dans la partie supérieure du ballon et qu'une étincelle s'était produite dès que le bras du pilote était arrivé à distance explosive, pendant que ses pieds reposaient sur le sol.

» Quatre voyages aériens furent exécutés par la Société, les 19 août et 24 septembre 1893 et les 17 février et 9 août 1894, tant par M. Bœrnstein que par M. Baschin, électriciens allemands, avec le *Phœnix,* pour étudier l'origine de cette électrisation singulière et si dangereuse. Ces savants arrivèrent à des conclusions que le capitaine von Tchudi a développées notamment devant la Société aérienne de Berlin dans la séance du 30 juin 1902.

» Ce savant officier, qui prenait la parole à propos d'explosions de tubes d'acier renfermant du gaz hydrogène comprimé à plus de 100^{atm}, reconnaît que le gaz hydrogène, quoique sortant du ballon sous une pression infiniment moindre, peut s'électriser par frottement contre les volets et le siège de la soupape. Cependant il proclame que les explosions lors de l'atterrissage sont devenues impossibles depuis que la Société allemande emploie, pour ses ballons, une étoffe composée de deux tissus de coton, séparés

par une étoffe de caoutchouc vierge destinée à rendre le tout imperméable. En effet, les recherches auxquelles MM. Bœrnstin et Baschin s'étaient livrés les avaient conduits à admettre que l'électricité accumulée dans la partie supérieure du *Humboldt* avait été engendrée par le frottement de l'air extérieur sur l'enveloppe qui était de soie vernissée, substance trop facilement électrisable et, par conséquent, devant être exclue de la construction des aérostats.

» Six semaines après la conférence du capitaine von Tchudi, le ballon *le Jupiter*, appartenant à l'Aéro-Club viennois et piloté par M. Carton, échappait, grâce à la présence d'esprit de son aéronaute, à une catastrophe du même genre que celle du *Humboldt*. Au moment où notre compatriote avançait la main pour ouvrir les clapets de la soupape, afin de débarrasser l'enveloppe de quelques mètres cubes de gaz d'éclairage qui s'y trouvaient encore, une gerbe de flammes sortit de l'intérieur de l'aérostat. Lors de la catastrophe du *Humboldt*, l'explosion avait été si violente que le pilote s'était vu lancer avec force à plusieurs mètres de distance; il n'en fut pas de même le 15 septembre 1902 : M. Carton put presser la tête du ballon contre le sol et étouffer le feu. Le ballon fut sauvé, mais un des spectateurs eut la figure brûlée et actionna l'Aéro-Club en dommages et intérêts. Le Tribunal civil de Vienne renvoya l'Aéro-Club des fins de la plainte. L'incident fut exagéré et fit beaucoup de bruit il y a quelques mois. On l'expliqua d'abord par la malveillance, puis par l'imprudence d'un fumeur; mais, comme il ne fut possible ni de retrouver le coupable, ni même d'indiquer où il se tenait, il semble qu'on doive l'attribuer à la même cause que le précédent, c'est-à-dire à un phénomène d'électrisation accidentelle. On pourrait même le citer comme un exemple favorable à la thèse du capitaine von Tchudi, parce que le *Jupiter* a été construit avec la soie vernissée proscrite à Berlin; mais il est survenu, il y a quelques jours, une autre catastrophe, démontrant que l'emploi de l'étoffe recommandée par les physiciens de la Société aéronautique ne suffit point, eût-elle même la vertu qu'on lui prête, pour écarter tout danger d'explosion spontanée.

» Le 26 avril 1903, le ballon *Passewitz*, appartenant, lui aussi, à la société allemande et construit suivant les règles nouvelles, a été enflammé de même que le *Jupiter* et le *Humboldt*, lors de son atterrissage. Le pilote n'était point encore sorti de la nacelle, qui était en traînage. Il y eut cette fois deux explosions : une première légère, puis une seconde plus forte deux minutes plus tard. Celle-ci fut suivie de l'inflammation du gaz et de la destruction du ballon. Quoique les comptes rendus communiqués aux journaux ne mentionnent point ce détail, il est certain que quelqu'un du bord tenait en main la corde de soupape, comme on le fait invariablement en pareille circonstance, afin d'accélérer la sortie du gaz et d'abréger le traînage du ballon. Presque toujours cette corde est humide dans toute sa longueur, et par conséquent conductrice. Pendant que la nacelle était en traînage à la surface de la terre, la soupape était en contact avec le sol par une chaîne d'objets conducteurs, dont faisait partie le corps de l'aéronaute. Il a donc suffi du passage d'un nuage orageux au zénith, pour déterminer l'explosion, comme s'il s'était agi d'un ballon captif, dont la corde aurait été rendue conductrice, ou d'un cerf-volant météorologique retenu par un fil d'archal. On peut aussi admettre que la charge électrique de la partie supérieure du ballon se soit formée lors de la descente pendant que le ballon était encore en l'air et qu'elle n'ait pas eu le temps de se dissiper avant le contact avec la terre.

» Des expériences pourraient être instituées pour établir les faits scientifiques relatifs à cette électrisation. Mais, quelle que soit l'origine de la concentration d'une certaine quantité d'électricité, il est certain que la cause déterminante de la catastrophe a été l'action du pilote. En conséquence, il semble utile, d'ores et déjà, et sans attendre une explication définitive, de conseiller aux aéronautes, lorsque le temps est orageux, de garnir leur main d'un gant en caoutchouc. Il est clair que, en prenant cette précaution, ils pourront impunément tirer la corde de la soupape pendant un traînage, ou y porter la main pour la démonter lorsqu'ils auront à parachever le dégonflement. »

Le pli cacheté qui avait été déposé le 10 décembre 1900 par M. **Émile Boulanger**, et qui a été ouvert, sur sa demande, dans la dernière séance, contenait la Note suivante, sur la culture de la truffe :

« Il y a 2 ans que j'ai obtenu la germination de l'ascospore de la truffe dans un liquide aqueux stérilisé. Je suis arrivé à ce résultat au mois de janvier 1899, et, depuis cette époque, j'ai réussi à l'obtenir à nouveau un grand nombre de fois.

» J'ai pu cultiver aussi le mycélium provenant de la germination de la spore, et le reproduire dans des milliers de cultures pures; j'ai ainsi un grand nombre de cultures de *Tuber melănosporum* (truffe du Périgord) et de *T. uncinatum* Chatin (truffe de Bourgogne).

» Le mycélium de ces champignons se développe bien sur tranches de carottes, sur tranches de carotte plongées en terre calcaire, sur terre calcaire seule, sur terreau, enfin sur tous les milieux ordinairement usités à la culture des mucédinées, mais la présence de carbonate et de biphosphate de chaux facilite le développement.

» Le mycélium du *T. melanosporum* est grisâtre et très fin; bien que ce soit un filament rampant, il atteint en culture sur carotte une hauteur de 1^{cm} à 2^{cm} et souvent même 3^{cm}. Il forme, dans les cultures vieilles de 1 ou 2 mois, des amas gélatineux très caractéristiques, rappelant vaguement les sclérotes des Botrytis, mais d'un volume beaucoup plus considérable.

» Le mycélium jeune est très résistant; on a de la peine à l'arracher du substratum quand, pour le semer, on veut le prendre au moyen du fil de platine.

» Le mycélium du *T. uncinatum* est entièrement blanc, d'un blanc neigeux; le filament est très fin et soyeux. Il sécrète dans les cultures de nombreuses gouttelettes d'huile qui, suspendues dans la masse filamenteuse, donnent au champignon l'aspect d'une mucorinée.

» Après 1 mois de culture sur tranche de carotte, ce mycélium donne naissance à un grand nombre de périthèces, qui restent au début de leur développement : ceux-ci sont très petits, jaunâtres et mesurent de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de millimètre de diamètre. Ces débuts de périthèces sont formés de faux tissu, sans qu'il y ait trace de quelque organisation.

» Dans certaines cultures sur carotte, après 1 à 2 mois de culture, j'ai observé des

périthèces beaucoup plus avancés dans leur développement : leur taille atteignait 1^{cm} de diamètre, leur consistance était charnue, la coloration brunâtre; en examinant au microscope l'intérieur de ces masses charnues, j'y ai trouvé des asques à quatre spores, peu nombreuses, mais absolument semblables, comme aspect et comme dimensions, à celles du *Tuber uncinatum* normal.

» J'ai obtenu aussi la forme conidienne de ce champignon dans des cultures additionnées de sel de potasse : le mycélium, primitivement blanc et stérile, était recouvert d'un grand nombre de spores brunes; ce champignon est alors brun rougeâtre et ressemble assez comme coloration à une culture d'*Acrostalagmus cinnalearinus*. Le filament ramifié porte sur de courts rameaux des spores agglomérées en capitules par un mucilage à la façon des *Stachylidium*. Je décrirai ultérieurement cette forme, ainsi qu'une autre forme monilienne qui semble lui être connexe.

» En résumé, d'après les procédés de laboratoire, j'ai pu obtenir, un grand nombre de fois, la germination des spores (ascospores) de la truffe (*Tuber melanosporum* et *T. uncinatum*).

» Le filament de chacune de ces espèces se développe abondamment dans les cultures sur la plupart des milieux usités.

» L'ascospore du *T. uncinatum,* après avoir donné un mycélium bien développé, celui-ci a redonné la truffe elle-même, dépourvue de goût, d'odeur et déformée sans doute, mais un périthèce adulte, puisqu'il contenait des asques bien normales.

» Le mycélium du *T. uncinatum* a présenté aussi une forme conidienne dont les spores sont agglomérées en grand nombre en capitules au moyen de mucilage : cette forme semble voisine des *Stachylidium;* j'ai observé aussi une seconde forme conidienne qui semble être un *monilia* ou un *amblyosporicum*.

» Après avoir eu ces résultats, j'ai voulu essayer la culture de la truffe *in sito,* en reproduisant les conditions où elle se développe dans la nature. J'ai acheté, dans le cours de l'hiver 1899-1900, des terrains sis à Morigny-Champigny, près Étampes, au lieu dit les Blandards; j'en possède aujourd'hui une dizaine d'hectares. J'en ai ensemencé $2^{ha},5$ au cours du printemps et de l'été 1900, et j'espère obtenir un résultat dans le cours de l'hiver 1901-1902, si ce n'est dans le courant de l'hiver actuel (1900-1901).

» Les terrains où j'ai ensemencé le mycélium de la truffe sont plantés depuis de nombreuses années en bois de chênes; le sol est calcaire et ne contient presque pas de sable siliceux, ni d'argile, mais il est très riche en terreau produit par la chute des feuilles. Comme composition, le sol a sensiblement celle des meilleures truffières du Sarladais; j'ai pu vérifier par l'analyse qu'il avait la même composition que le sol des truffières de M. de Bosredon.

» Au printemps de 1901, je compte ensemencer plusieurs hectares, car je disposerai d'une plus grande quantité de mycélium (le mycélium dont je disposerai à cette époque occupera approximativement de 5000 à 6000 vases à culture, d'une capacité de 2^l chacun). »

Paris, 10 décembre 1900.

M. **Amédée Sarrand** adresse une Note « Sur un procédé pour trouver la latitude d'un lieu ».

M. **P. Pichard** adresse une Note intitulée : « Recherche et dosage des chlorures de calcium et de magnésium dans les cendres des végétaux terrestres ».

M. **Alph. Blanc** adresse une Note sur le « Rôle joué par le sous-bromure, dans les réactions photographiques du gélatinobromure d'argent ».

M. **Védie** adresse une Note sur « Quelques vestiges de l'ascendance des Vertébrés ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 mai 1903.
(Suite.)

R. Istituto tecnico superiore di Milano. Programma, anno 1902-1903. Milan, 1903; 1 fasc. in-4°.

Report of Government laboratories of the Philippine Islands for the year ended 31 august 1902. Manille; 1 fasc. in-8°.

Report of the New York meteorological Observatory of the Department of Parks, Central Park, New York City, for the year 1903; Daniel Draper, Director. January 1903. New-York; 1 fasc. in-4°.

Memoirs of the British astronomical Association; vol. XII, part I: *Eleventh report of the section for the observation of Meteors.* Director: Walter-E. Besley. Londres, 1903; 1 fasc. in-8°.

Boletin del cuerpo de Ingenieros de Minas del Peru : n° 1, *Documentos oficiales;* n° 2, *La industria del petroleo en el Peru en* 1901, Alejandro Garland. Lima, 1902; 2 fasc. in-8°.

Memorias y Revista de la Sociedad cientifica Antonio Alzate, pub. bajola dir. de

Rafael Aguilar y Santillan; t. XIII, nos 5 y 6; t. XVIII, nos 1 y 2; t. XIX, no 1. Mexico, 1902; 3 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

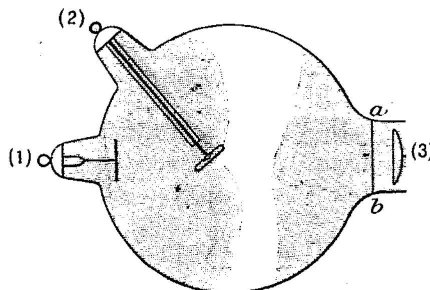
(Séance du 4 mai 1903.)

Note de M. *de Forcrand*, Sur quelques propriétés physiques du triméthylcarbinol :

Page 1036, dernière ligne, *au lieu de* 22,49 (relation de Trouton), *lisez* 26,49 (relation de Trouton).

Note de M. *Salles*, Répulsion de la lumière anodique par les rayons cathodiques :

Page 1061, dernière ligne, *au lieu de* l'étincelle (2), *lisez* l'électrode (2).
La figure ci-dessous aurait dû être insérée dans la Note.



Note de M. *Paul Guérin*, Développement et structure anatomique du tégument séminal des Gentianacées :

Page 1095, ligne 12, *au lieu de* il se réduit chez les Gentianoïdées à 10, à 12 ... *lisez* il se réduit chez les Gentianoïdées; il y en a 10 à 12 chez les *Sebœa, Crawfurdia,* et 8 en moyenne chez les *Cicendia,* ....

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MAI 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Statistique des petites planètes. Distribution des éléments en prenant la longitude de l'aphélie comme argument. Comparaison des petites planètes et des comètes à courte période* (¹). Note de M. O. Callandreau.

« Dans le Tableau suivant on indique, en prenant pour argument la longitude de l'aphélie, la distribution des éléments : e, i, a, $a(1+e)$; la seconde colonne : *Nombre* indique les nombres d'éléments compris entre les limites respectives.

Limites des longitudes aphélies.	Nombre.	Moyenne des excentricités.	Moyenne des inclinaisons.	Moyenne des demi-grandeurs.	Moyenne des distances aphélies.
° °			°		
0- 20	16	0,100	8,2	2,80	3,14
20- 40	12	0,142	7,8	2,72	3,12
40- 60	19	0,124	10,5	2,77	3,12
60- 80	19	0,144	9,0	2,79	3,19
80-100	25	0,120	8,4	2,69	3,01
100-120	16	0,161	10,6	2,76	3,21
120-140	28	0,175	8,8	2,78	3,26
140-160	43	0,150	7,2	2,71	3,11
160-180	37	0,180	8,5	2,77	3,26
180-200	47	0,148	9,2	2,76	3,16
200-220	34	0,162	9,4	2,80	3,26
220-240	42	0,150	8,2	2,78	3,20
240-260	31	0,152	7,4	2,81	3,23
260-280	28	0,137	9,0	2,86	3,26
280-300	17	0,145	8,5	2,87	3,27
300-320	25	0,129	7,6	2,71	3,06
320-340	13	0,154	10,2	2,75	3,18
340-360	15	0,110	8,8	2,80	3,11

(¹) Voir *Comptes rendus*, ce Volume, p. 937.

» Il paraît d'après les *nombres*, et la chose est encore plus sensible sur le relevé graphique, que la distribution est à peu près symétrique par rapport à la longitude intermédiaire entre 180° et 200°, c'est-à-dire voisine de celle de l'aphélie de Jupiter : les aphélies des petites planètes tendent à s'orienter vers celui de Jupiter; il y en a 306 d'un côté, 161 de l'autre ([1]).

» Mais on remarque de plus la constance de i et surtout de a pour les différentes valeurs de la longitude.

» Mon objet a été d'instituer une comparaison des astéroïdes et des comètes à courte période actuellement au nombre de 31, lesquelles, situées comme à la limite extérieure de l'anneau des astéroïdes, semblent n'en différer que par leur aspect physique. Les découvertes récentes ont fait connaître des orbites cométaires assez peu différentes du cercle, avec de grandes distances périhélies.

» Kirkwood a discuté, en 1888, la question de l'origine des comètes à courte période. Les difficultés de la théorie de la capture lui parurent assez fortes pour lui faire préférer la théorie qui voit dans ces comètes des astéroïdes ayant subi plus que les autres les perturbations de Jupiter, les variations d'éclat pouvant provenir de la différence d'excentricité et de la nature des matériaux.

» Bien que le nombre des comètes à courte période soit encore médiocre, une comparaison statistique n'est pas sans intérêt pour élucider le problème.

» Les éléments des Tableaux ci-dessous ont été tirés d'une liste publiée par M. Fayet (*Bulletin astronomique*, 1899), complétée avec la *Connaissance des Temps* pour 1905.

Argument : distance aphélie.

Limites des distances aphélies.	Nombre.	Moyenne des excentricités.	inclinaisons. °	demi-grands-axes.	distances périhélies.
4,00-4,49	..	....	..	....	....
4,50-4,99.....	6	0,56	16	3,13	1,40
5,00-5,49....	7	0,59	8	3,31	1,38
5,50-5,99.....	10	0,66	18	3,45	1,20
6,00-6,49.....	5	0,71	11	3,64	1,05
6,50-6,99.....	..	....	..	....	....

([1]) Il y a longtemps que le fait a été noté. M. Newcomb l'a expliqué, en 1862, dans le n° 1382 des *Astronomische Nachrichten*, par les perturbations séculaires de Jupiter. M. Dobeck, en 1879, a publié des Tableaux (*Ibid.*, n° 2262) étendus à 191 planètes. La théorie s'accorde avec l'observation.

Argument : longitude aphélie.

Limites des longitudes aphélies.	Nombre.	Moyenne des demi-grands-axes.	Moyenne des inclinaisons.	Moyenne des distances aphélies.	Moyenne des distances périhélies.
° °			°		
....	.	....	..	....	....
40-100.......	4	3,21	12	5,22	1,19
100-160......	5	3,37	10	5,40	1,34
160-220.......	9	3,57	14	5,83	1,32
220-280.......	8	3,41	14	5,54	1,29
280-340.......	4	3,17	15	5,60	0,72
....	.	....	..	....	....

» Les résultats laissés de côté dépendent d'un nombre unique.

» On retrouve pour les comètes à courte période l'analogue de la distribution pour les petites planètes : les distances aphélies se répartissent de part et d'autre de 5,5 (distance aphélie de Jupiter), l'excentricité paraît augmenter avec la distance aphélie, tandis que l'inclinaison n'accuse pas tendance à augmenter. Il est clair que les astres ayant une distance aphélie notable échappent d'autant moins aux observations que l'excentricité de l'orbite est plus forte.

» A noter la diminution des distances périhélies contrairement à ce que l'on trouve pour les astéroïdes (¹).

» Le second Tableau, où la longitude de l'aphélie est prise comme argument, met en évidence la symétrie par rapport à l'aphélie de Jupiter et l'exagération des nombres d'aphélies en concordance avec celui de la planète (22 contre 9, en tenant compte du nombre non inscrit au Tableau). L'inclinaison est à peu près constante, mais le demi-grand axe et la distance aphélie remarquablement constants, le premier surtout, pour les petites planètes, paraissent dépendre ici de l'aphélie de Jupiter. La distance périhélie correspondante est plus grande tandis qu'on la trouve un peu plus petite pour les astéroïdes.

(¹) Les moyennes des distances périhélies, entre les limites indiquées des distances aphélies,

2,07	2,06	2,12	2,12	2,13	2,29	2,32	2,41
2,40	2,43	2,48	2,48	2,46	2,49	2,54	2,54

présentent aussi l'apparence d'une discontinuité entre les nombres du commencement et ceux de la seconde moitié, séparément presque identiques.

» Le relevé des écarts des aphélies avec les nœuds des orbites des astéroïdes accuse une différence caractéristique. En prenant l'ensemble des astéroïdes pour lesquels l'inclinaison dépasse la moyenne 8°, on ne distingue aucun groupement. Pour les 25 orbites d'inclinaison supérieure à 20°, 18 aphélies contre 7 sont dans l'hémicycle qui entoure le nœud. Mais il n'y a rien de frappant comme dans le cas des comètes à courte période, où la règle est que l'aphélie est voisin du point de proximité avec l'orbite de Jupiter, là où a dû se produire surtout l'action de la planète et à une date relativement récente pour chaque comète, puisqu'il n'y a, à l'inverse des astéroïdes, qu'une dispersion minime des aphélies de part et d'autre du plan de l'orbite de Jupiter ([1]).

» Il est d'abord facile de montrer, en prenant le cas simple d'une orbite intérieure à celle de Jupiter dans le même plan, et utilisant certaines remarques de M. Schulhof (*Bulletin astronomique*, 1898, p. 338) que la distance périhélie q d'une orbite assimilable à celle d'un astéroïde diminue quand l'excentricité e augmente.

» En effet, on déduit de la relation connue entre a et e

$$\frac{1}{2a} + \frac{\sqrt{a(1-e^2)}}{a'^{\frac{3}{2}}} = \text{const.},$$

a' rayon de l'orbite de Jupiter, la relation différentielle

$$\left[(1+e)q^2 - (1-e)a'^{\frac{3}{2}}\sqrt{q(1+e)}\right]dq + \left[q^2 - a'^{\frac{3}{2}}\sqrt{q(1+e)}\right]q\,de = 0;$$

le coefficient de dq est < 0, comme celui de $q\,de$ si

$$\left(\frac{q}{a'}\right)^3 < \frac{(1-e)^2}{1+e}.$$

» Pour différentes valeurs de e sont données ci-dessous les limites supérieures de q :

Valeurs de e..............	0,40	0,50	0,60	0,70
Limites de q..............	3,3	2,9	2,4	2,0

» M. Schulhof cite comme exemple la comète 1867 II, dont l'orbite est

---

([1]) Il aurait été préférable de rapporter toutes les orbites au plan de l'orbite de Jupiter, ce que M. Jean Mascart a fait pour les 417 premières petites planètes (*Bulletin astronomique*, 1899); les conclusions ne seraient sans doute pas changées sensiblement.

soumise, dans un intervalle de temps assez court, à de fortes oscillations de l'excentricité. En même temps que q diminue l'orbite s'allonge et la comète, au cas de rencontre avec Jupiter, reste pendant longtemps dans le voisinage de la planète et éprouve de fortes perturbations.

» Mais il y a lieu de considérer autre chose que la seule action mécanique.

» Il est naturel d'admettre que Jupiter exerce sur les matériaux des comètes passant dans son voisinage une action physique analogue à celle du Soleil; que les comètes subissent alors quelques modifications dans leur structure intime, accompagnées d'une augmentation plus ou moins durable de leur éclat. Cela explique le fait constaté par M. Schulhof que beaucoup de comètes périodiques ont été découvertes au lendemain de leur passage dans le voisinage de Jupiter. Il faut remarquer que si l'influence intrinsèque de la planète est petite elle s'exerce pendant plus longtemps que celle du Soleil; c'est ce qui a lieu surtout à l'aphélie et cela explique encore que les distances périhélies correspondantes sont les plus fortes, comme le montre un des Tableaux ci-dessus.

» Résumons :

» A la limite inférieure de l'anneau des astéroïdes, pour les petites distances aphélies, on a des excentricités et des inclinaisons petites.

» Les excentricités augmentent avec la distance aphélie, sans qu'il en soit de même pour les inclinaisons. Les orbites paraissent pouvoir être partagées au moins en deux groupes. L'action de Jupiter devient manifeste dans la distribution des orbites.

» Plus loin, à la limite supérieure de la zone, les comètes à courte période montrent une distribution plus spéciale. La forte variation de l'excentricité dans des intervalles resserrés, suivie d'une diminution de la distance périhélie et d'un appulse à l'orbite de Jupiter, la double action mécanique et physique de la planète explique l'apparition de comètes nouvelles; faiblement constituées, elle ne tardent pas à se dissoudre, laissant ainsi une provision de matière disponible pour d'autres formations.

» Les idées ci-dessus sur l'origine des matériaux cométaires ne diffèrent pas au fond de celles que M. Radau a exposées dans sa remarquable *Notice* de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1903. Elles ont été plus ou moins explicitement indiquées par beaucoup d'astronomes, à commencer par Lambert dans ses *Lettres cosmologiques*.

» On remarquera du reste que la théorie de Kirkwood, que j'ai essayé de préciser, rentre ainsi dans celle de la capture débarrassée de l'hypothèse arbitraire d'une orbite primitive parabolique. »

NAVIGATION. — *Mesure des vitesses des navires à la mer.* Note de M. E. Guyou.

« Le problème de la mesure des grandes vitesses des navires actuels n'a pas encore reçu de solution satisfaisante. L'ancien loch à bateau n'est plus utilisable au delà de 14 à 15 nœuds; les lochs à hélice ou à moulinet, remorqués par le navire, offrent divers inconvénients, dont l'un des plus graves est d'être exposés à des pertes fréquentes; quant aux lochs basés sur le principe du tube de Pitot, on n'est pas parvenu, jusqu'ici, à en réaliser un qui donne toute satisfaction.

» Sur presque tous les navires qui sont mus exclusivement par la vapeur, on apprécie aujourd'hui la vitesse par la rotation de la machine.

» Cette méthode a l'inconvénient de supposer connue l'avance du navire par tour d'hélice; et cette avance varie avec diverses circonstances dont il n'est pas possible d'apprécier *a priori* l'influence. Mais elle est si pratique et si bien entrée dans les usages, qu'elle constituerait la meilleure solution du problème des vitesses si l'on parvenait à l'affranchir du seul inconvénient qu'elle présente, en munissant chaque navire d'un instrument permettant de mesurer l'avance par tour, toutes les fois que sa valeur paraîtrait incertaine.

» Cette donnée peut être fournie par un instrument basé sur le principe de l'un quelconque des lochs mentionnés plus haut, puisqu'il suffit, pour l'obtenir, de mesurer simultanément la vitesse du navire et celle de la machine, ou encore le nombre de tours d'hélice effectués et l'espace parcouru pendant le même temps.

» Le principe auquel j'ai cru devoir donner la préférence est celui de l'ancien loch; c'est, en effet, celui qui conduit aux dispositions les plus simples; il a, en outre, l'avantage de donner des résultats absolus, tandis que les lochs remorqués exigent un étalonnage préalable qui peut être altéré par une légère déformation.

» Il était nécessaire toutefois, tout en conservant le principe, de modifier les dispositions de l'ancien loch de manière à le débarrasser des inconvénients qui en rendent actuellement l'usage impossible.

» La surface d'environ 2^{dm^2} du bateau de ce loch est évidemment trop petite pour offrir la résistance indispensable. Ces dimensions restreintes étaient imposées par la nécessité de rentrer le loch après chaque mesure. Pour parer à ce grave inconvénient, la ligne de loch a été remplacée par une ficelle à bas prix, de longueur mesurée, que l'on abandonne à la mer à chaque opération. On n'était plus alors limité, pour les dimensions du bateau, que par des questions de dépense ou d'encombrement des approvisionnements; et ce double inconvénient lui-même était très atténué par ce fait que, dans la méthode considérée, il ne serait plus utile de jeter le loch toutes les heures comme on le faisait autrefois, mais seulement toutes les fois que se produiraient des circonstances nouvelles susceptibles de modifier l'avance.

» Le bateau du loch a été remplacé par un sac de calicot léger, envergué sur un cercle de jonc d'environ 40^{cm} de diamètre, et dans lequel on jette une poignée de sable pour empêcher qu'il soit entraîné par le vent. Ce sac, tant par la masse d'eau qu'il contient que par sa surface, présente assez de résistance pour constituer un point fixe très satisfaisant.

» Il ne pouvait plus être question non plus d'emmagasiner la ficelle sur un tambour comme on le fait actuellement de la ligne du loch. On remarquera en effet que, au moment où le sac plonge, la ficelle doit se dévider immédiatement avec une vitesse considérable ($7^m,50$ pour 15 nœuds, 10^m pour 20 nœuds); la force nécessaire pour entretenir de telles vitesses circonférencielles eût amené à tout coup des ruptures. Pour cette raison, la ficelle a été enroulée par pelotes de 100^m, identiques à celles dont le commerce fait usage. Chaque pelote est enfermée dans un compartiment d'un *dévidoir* d'où elle s'échappe sans résistance et sans jamais s'embrouiller.

» Ces pelotes sont au nombre de quatre, la première servant seulement à laisser filer le sac résistant à une distance suffisante du navire pour qu'il ne soit pas influencé par l'entraînement d'eau dans le sillage. Par des dispositions électriques simples, chacune des trois autres inscrit sa période d'écoulement sur une bande de papier analogue à celle du récepteur du télégraphe Morse. Sur cette même bande, et en regard de l'indication du loch, la machine inscrit électriquement un signal à chaque tour, de sorte que, lorsque l'opération est terminée, l'officier de quart peut compter le nombre de tours accomplis pendant l'écoulement des trois pelotes de 100^m.

» L'enregistreur ou *cinémographe* est placé dans la chambre de navi-

gation, à côté de l'officier de quart, qui peut encore l'utiliser pour s'assurer de temps à autre que la machine marche bien à la vitesse prescrite.

» Au point de vue de la précision, un assez grand nombre d'expériences, faites avec ce loch, ont fait ressortir une approximation d'un centième, largement suffisante pour la navigation. Les mêmes expériences ont montré que le dévidoir fonctionnait très bien. Mais l'enregistreur, basé primitivement sur un principe différent du cinémographe actuel, était d'un emploi peu commode et laissait échapper parfois un signal. Le nouvel appareil donnera probablement toute satisfaction à ce dernier point de vue. Il va être soumis très prochainement à des essais définitifs sur deux croiseurs à grande vitesse. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la distribution de la matière à la surface de la Terre.* Note de M. G. LIPPMANN.

« On se souvient que M. Faye a tiré, des observations du pendule faites sur toute le surface du globe, une conclusion à la fois simple et inattendue : c'est que dans la réduction des observations il n'y a pas à tenir compte de l'attraction exercée par les massifs continentaux, si considérables qu'ils soient. En effet, si l'on se borne à faire la correction d'altitude, on obtient des valeurs de g très peu différentes de celles qui sont prévues par la loi de Clairaut : tout se passe comme si l'on avait opéré à la surface d'une masse liquide homogène. Essaie-t-on, au contraire, de faire intervenir l'attraction des continents, la loi n'apparaît plus. Le fait est d'autant plus singulier qu'il est utile de faire les petites corrections dues à des attractions purement locales, et que les résultats y gagnent en régularité, tandis que, comme on vient de le rappeler, il faut se garder de tenir compte de l'action des plus énormes masses continentales, telles que celles que l'on rencontre en opérant au milieu du massif de l'Himalaya.

» M. Pratt a exprimé le même résultat sous une autre forme : tout se passe comme si la quantité de matière située à la surface du globe, à l'intérieur d'un cylindre vertical de base donnée, et qui descendrait jusqu'à une surface de niveau de la masse liquide intérieure, était la même en tous les points de la surface terrestre.

» Comment expliquer que l'attraction de masses continentales disparaît? Par quelle cause générale se trouve-t-elle compensée ?

» M. Faye a proposé comme explication l'hypothèse suivante : Grâce à l'action

refroidissante de l'eau de mer, la croûte terrestre aurait sous les océans une plus grande épaisseur que sous les continents; de là une compensation. Cette hypothèse prête peut-être à quelques objections; notamment, on ne voit pas pourquoi il y aurait en tout lieu compensation sensiblement exacte, tant sur les mers que sur les continents minces et sur les continents épais.

» Il semble, au contraire, que l'on puisse expliquer les compensations exactes sans faire d'hypothèse sur la formation de la croûte terrestre, à condition de faire intervenir le principe d'Archimède.

» La croûte terrestre est flexible, du moins si on la considère sur un assez grande surface. En effet, elle est mince par rapport à son étendue; et d'ailleurs, cette flexibilité est attestée par de nombreux accidents géologiques.

» La croûte solide repose donc sur les masses sous-jacentes, qui sont liquides. En d'autres termes, les diverses portions en sont soutenues par la poussée archimédienne. Il y a donc égalité entre le poids p de matières solides accumulées sur une surface donnée et le poids p de liquide déplacé: c'est le principe même d'Archimède; en même temps c'est la raison de la compensation qu'il s'agit d'expliquer.

» Partout où il y a accumulation de matières solides, il y a en même temps déplacement, par conséquent déficit égal de matière liquide.

» La croûte terrestre n'est flexible que prise sur une assez grande surface; mais, sur une petite étendue, il n'en est plus de même. C'est pour cette raison que les petites corrections locales doivent être faites, tandis que les grandes corrections continentales disparaissent. »

PHYSIQUE. — *Conductibilité et ionisation résiduelle de la paraffine solide, sous l'influence du rayonnement du radium.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Peu de temps après la découverte des rayons X, M. J.-J. Thomson a reconnu qu'un conducteur électrisé recouvert de paraffine solide se décharge lorsqu'il est soumis à l'action de ces rayons. L'isolant solide traversé par les rayons X semble alors avoir acquis une sorte de conductibilité électrolytique.

» En 1896, à la suite de mes premières recherches sur le rayonnement de l'uranium, j'avais montré que la conductibilité que ce rayonnement communique à divers gaz persiste pendant quelques instants après le moment où ces gaz cessent d'être traversés par ces rayons. On sait d'autre

part que M. Curie a montré, l'année dernière, que les diélectriques liquides deviennent conducteurs lorsqu'ils sont traversés par le rayonnement du radium.

» Je m'étais proposé, il y a un an, de rechercher si la paraffine solide présentait la même propriété, car ce phénomène pouvait intervenir dans diverses expériences où cette matière sert d'isolant électrique.

» On constate facilement que la paraffine solide devient conductrice lorsqu'elle est traversée par le rayonnement du radium, et l'on observe en outre que, après le moment où l'influence radiante a cessé d'agir, la paraffine solide conserve une conductibilité qui diminue rapidement mais reste cependant appréciable pendant une demi-heure environ.

» L'expérience était disposée de la manière suivante : dans un tube de verre de 3^{cm} de diamètre intérieur on avait placé, contre la paroi interne, une feuille de cuivre de 72^{mm} de hauteur, puis, dans l'axe, un cylindre d'aluminium de 6^{mm} de diamètre et de $0^{mm},1$ d'épaisseur, soutenu par un support fixé à un bloc de soufre. A l'intérieur du cylindre d'aluminium on avait disposé un tube de verre très mince étiré à la lampe, et fermé à sa partie inférieure. On coula de la paraffine aussi pure que possible, dans le tube extérieur, et l'on attendit qu'elle fût solidifiée. Le petit tube central constituait une cavité dans laquelle on pouvait descendre la matière active, de façon à l'amener dans l'axe de la masse cylindrique de paraffine. Cette matière active était un peu de chlorure de radium enfermé dans un petit tube de verre très mince de 1^{mm} environ de diamètre sur 6^{mm} de hauteur. Le cylindre de cuivre extérieur était en relation avec une pile à eau qui, suivant les cas, comprenait 100 ou 200 éléments; le cylindre central en aluminium était isolé et en relation avec un électromètre à feuille d'or. Dans ces conditions, en l'absence de l'influence du radium, l'électromètre n'accuse aucun courant; dans quelques mesures des défauts d'isolement ont fait naître de faibles courants dont on a tenu compte comme correction. Si l'on vient alors à introduire dans le tube central la matière active, la feuille d'or de l'électromètre se déplace rapidement accusant un courant au travers de la couche annulaire de paraffine. L'effet est dû aux rayons pénétrants qui ont traversé les deux enveloppes de verre, le cylindre d'aluminium et une épaisseur de paraffine plus ou moins considérable; à l'effet de ces rayons il faut joindre celui des rayons secondaires plus absorbables provoqués soit au travers des diverses matières, soit à la sortie des diverses enveloppes. Les rayons pénétrants traversent même la paroi du

tube extérieur et sortent de l'appareil, ionisent l'air sur leur passage et provoquent des déperditions qui, avec la disposition employée, ne permettent pas de faire une mesure précise du courant qui s'établit entre les cylindres de cuivre et d'aluminium.

» Lorsqu'on enlève le radium cette perturbation ne se produit plus; à partir du moment où l'influence du rayonnement a cessé, on observe dans l'électromètre un courant qui va en s'affaiblissant progressivement, et qui peut s'interpréter par la persistance de l'état d'ionisation où la paraffine solide a été mise par le rayonnement qui l'a traversée, état qui se détruit peu à peu avec le temps. Les nombres que l'on trouvera plus loin sont relatifs aux vitesses de charge de l'électromètre à divers instants, après le moment où le radium a été retiré du tube central.

» Dans l'expérience précédente la paraffine s'est chargée. Si l'on met à la terre les deux cylindres en supprimant la communication avec les pôles, puis si l'on isole le cylindre d'aluminium, on voit celui-ci se charger régulièrement en sens contraire de la charge précédente. Ce courant peut être l'effet de la disparition progressive de l'état de polarisation du diélectrique. Il peut également être partiellement produit par une faible ionisation résiduelle qui n'aurait pas encore totalement disparu. Si alors l'on introduit de nouveau le radium dans l'appareil, on provoque dans la paraffine une nouvelle ionisation qui donne lieu à une recombinaison rapide des charges libérées; on observe d'abord un courant notable, qui devient très faible au bout de quelques secondes, quand la majeure partie de la charge de la paraffine a été neutralisée.

» La paraffine avait été fondue le 20 février 1902 et les expériences qui viennent d'être décrites avaient été exécutées le lendemain et le surlendemain, sur la paraffine refroidie. On pouvait penser que le temps écoulé depuis la solidification n'était pas suffisant pour que la masse solide eût repris un état d'équilibre moléculaire stable. L'appareil a été alors abandonné à lui-même pendant un an, et les expériences furent reprises en mars 1903, dans les mêmes conditions.

» Le Tableau suivant résume les résultats obtenus à un an de distance. Les nombres expriment en volts la vitesse de la charge de l'électromètre par seconde; ils sont proportionnels au courant qui s'établit entre les deux cylindres. Les temps sont comptés à partir de l'instant précis où le radium a été retiré de l'appareil, c'est-à-dire à partir du moment ou l'influence radiante a cessé d'agir.

22 février 1902.				21 mars 1903.				26 mars 1903.	
$3^h 14^m$.		$3^h 4^m$.		$3^h 27^m$. Durée de l'influence : 5 minutes.		$4^h 20^m$. Durée de l'influence : 10 minutes.		Durée de l'influence : 2 minutes.	
Durée de l'influence : 2 minutes.									
Heures.	Courant.	Heures.	Courant.	Heures.	Courant.	Heures.	Courant.	Heures.	Courant.
m s	v	m s	v	m s	v	m s	v	m s	v
»	»	»	»	0.12	0,0679	0.23	0,0845	»	»
»	»	»	»	»	»	0.39	0,0678	0.37,5	0,0618
»	»	»	»	1.19,4	0,0407	1.18	0,0520	1.48	0,0378
2.27,2	0,0357	2.26,5	0,0368	2.23,5	0,0336	»	»	»	»
»	»	6.38	0,0256	5. 2,5	0,0229	5.39,5	0,0286	4.25,5	0,0267
8.26,5	0,0178	»	»	8.45,5	0,0153	8.17,2	0,0235	7.51	0,0178
»	»	13.41	0,0122	»	»	12.19	0,0187	»	»
23. 1,2	0,0088	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	45. 8	0,0033	»	»	»	»	»	»

» On voit qu'il y a concordance complète entre les résultats observés sur le même échantillon de paraffine à treize mois de distance. L'effet augmente avec la durée de l'influence du rayonnement.

» Les courbes qui représentent les nombres précédents ont l'allure de branches d'hyperboles.

» On sait que les lois théoriques et expérimentales de la recombinaison des ions gazeux sont représentées par des branches d'hyperboles. Les nombres ci-dessus ne sont pas assez précis pour que l'on puisse en déduire des conséquences théoriques relatives aux propriétés de la paraffine ionisée. On peut cependant les considérer comme mettant nettement en évidence, au moins qualitativement, la conductibilité acquise par la paraffine sous l'influence du rayonnement pénétrant du radium. On devra tenir compte de cette conductibilité dans les expériences où la paraffine est employée comme isolant et est traversée par le rayonnement étudié.

» L'analogie de ce phénomène avec celui qui se manifeste dans tous les diélectriques traversés par les rayons X conduit à penser que le rayonnement du radium produit des effets du même ordre au travers de tous les diélectriques solides, comme au travers des diélectriques liquides et gazeux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés du césium-ammonium et du rubidium-ammonium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« En poursuivant nos recherches sur de nouveaux composés du césium et du rubidium, nous avons pu préparer, après les hydrures de ces métaux ([1]), le césium-ammonium et le rubidium-ammonium, en fixer l'analyse et en étudier quelques propriétés.

» Pour obtenir ces combinaisons nous avons fait arriver l'ammoniac liquéfié, au contact du métal brillant, passé au préalable à la filière dans un courant d'acide carbonique sec. Nous avons décrit précédemment l'appareil qui était employé dans ces recherches ([2]) nous n'avons donc pas à y revenir.

» *Césium-ammonium.* — Cette préparation est assez délicate, parce que le césium, prenant feu en présence de l'air, ne peut être manié que dans un gaz inerte bien sec : acide carbonique ou hydrogène.

» Lorsque le métal est placé dans le tube en U de notre appareil, le césium-ammonium se forme avec facilité. L'attaque se produit à la pression ordinaire dans une atmosphère de gaz ammoniac à la température de $+40^\circ$. A partir de ce point et dès que l'on refroidit par un mélange d'acétone et d'acide carbonique, on voit se former en abondance un liquide bleu à reflets mordorés.

» La couleur du césium-ammonium se rapproche de celle du laiton et est moins foncée que celle du sodammonium, ou du lithium-ammonium.

» Le césium-ammonium est cristallin : s'il est projeté dans l'air, chaque parcelle prend feu et brûle avec une très belle incandescence.

» Ce composé est très soluble dans l'ammoniac liquéfié avec lequel il donne une solution bleue à reflets mordorés, d'abord huileuse, qui grimpe très peu sur les parois du tube. Si l'on élève la température de cette solution de césium-ammonium, ou si l'on soumet le tube en U qui la renferme à l'action du vide, il y a dissociation, puis décomposition complète, et l'on obtient le métal césium sous forme de petits cristaux brillants qui tapissent

---

([1]) H. Moissan, *Sur les hydrures de rubidium et de césium* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 587).

([2]) H. Moissan, *Préparation du lithium-ammonium, du calcium-ammonium et des amidures de lithium et de calcium* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 685).

les parois du tube. C'est une répétition, faite avec le césium, de l'expérience de Seely [1].

» *Analyse.* — Les échantillons qui ont servi à faire l'analyse ont été préparés avec un poids déterminé de césium pesé dans une atmosphère d'hydrogène. Le césium a été ensuite transformé en métal-ammonium. On produisait enfin la décomposition de façon à obtenir un césium en très petits cristaux, qui était à nouveau attaqué par un excès d'ammoniac liquéfié. Puis, par distillation, on enlevait lentement l'ammoniac jusqu'à ce que l'on produise à la partie supérieure du métal-ammonium un petit anneau miroitant de césium qui indiquait que l'excès d'ammoniac avait été chassé.

» Par suite de pesées successives on obtenait ainsi un métal-ammonium exempt d'un excès d'ammoniac. Cet artifice a été employé par M. Joannis dans ses belles recherches sur les métaux-ammoniums [2].

» Nous avons trouvé ainsi les chiffres suivants, en prenant Cs = 132,5 :

	1.	2.	Théorie pour AzH^3Cs.
Césium........	89,30	88,96	88,62
Ammoniac.....	10,69	11,03	11,37

» *Rubidium-ammonium.* — Ce composé s'obtient avec plus de facilité que le précédent, car le rubidium est plus maniable à l'air que le césium. A la température de — 75°, le rubidium n'est pas attaqué par l'ammoniac liquéfié; mais, aussitôt que la température s'élève de quelques degrés, la combinaison se produit et il se fait une solution bleue intense. La couleur de cette solution change avec la température; elle ne prend un ton mordoré que quand elle approche de — 20°. L'attaque du rubidium par le gaz ammoniac commence à — 3° à la pression d'une atmosphère.

» C'est donc le point de décomposition du rubidium-ammonium dans une atmosphère de gaz ammoniac sous 760^{mm} de pression.

» Le rubidium-ammonium est lui aussi très soluble dans l'ammoniac liquéfié. Il grimpe moins que le sodammonium sur les parois du tube. Par départ d'ammoniac, il fournit un métal d'un blanc mat, ayant l'apparence de l'argent et cristallisé en petits prismes très brillants.

» *Analyse.* — Elle a été faite par les procédés décrits plus haut et nous a fourni les chiffres suivants, en prenant Rb = 85,2 :

	1.	2.	Théorie pour AzH^3Rb.
Rubidium............	84,52	83,85	83,36
Ammoniac...........	15,47	16,14	16,63

(1) Seely, *Chemical News*, t. XXIII, p. 169.

(2) Joannis, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 900 et 965; t. CX, p. 238; t. CXII, p. 337 et 392; t. CXIII, p. 795.

» Nous avons utilisé ces solutions de césium-ammonium et de rubidium-ammonium dans l'ammoniac liquéfié à la préparation des carbures de césium et de rubidium ainsi qu'à celle des acétylures acétyléniques correspondants. »

M. **Alfred Picard**, qui, il y a quelques semaines, faisait hommage à l'Académie du Tome I de son « Rapport général administratif et technique sur l'Exposition universelle internationale de 1900 », présente le second Volume de la même publication.

« Ce Volume traite spécialement des palais édifiés aux Champs-Élysées, à l'Esplanade des Invalides, sur les quais ou berges de la Seine et dans la partie inférieure du Champ-de-Mars.

» Pour toutes les charpentes métalliques, les méthodes de calcul sont indiquées en ce qu'elles peuvent avoir d'essentiel et d'intéressant. Les progrès de la résistance des matériaux ont permis, à l'inverse de ce qui avait encore eu lieu en 1889, de n'écarter aucune des fermes conçues par les architectes, sans autre motif que la difficulté des vérifications relatives à la stabilité. Une mention particulière est due aux calculs qu'a nécessités l'ossature du grand Palais des Champs-Élysées et qui se sont traduits par des volumes. Pour ne citer qu'un exemple, les fermes courantes des nefs, au lieu de reposer suivant l'usage sur des appuis uniques, avaient comme supports des piliers jumelés, des fourches encastrées à leur base : il a fallu recourir aux équations de déformation élastique.

» De nombreux et importants ouvrages en ciment armé font l'objet d'une description détaillée.

» L'immense frise polychrome de l'avenue d'Antin, dans la composition de laquelle M. J. Blanc, ancien grand prix de Rome, a déployé tant de talent, mérite aussi d'être signalée. Elle présente l'une des premières applications du grès cérame décoratif, dont la Manufacture nationale de Sèvres a entrepris la fabrication. Ce grès, fait de simples argiles et légèrement vitrifié dans la masse, est absolument imperméable à l'eau, ce qui le met à l'abri des atteintes de la gelée. Des couvertes colorées, analogues à celles de la porcelaine, mais d'un faible glacé, lui donnent les tons les plus divers. Les pièces ont été obtenues en une seule cuisson au grand feu; l'émaillage se faisait au cru après moulage. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Binoux (Histoire des Sciences) pour 1903. — MM. Bouquet de la Grye, Berthelot, Grandidier, Guyou, Darboux.

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Arts insalubres) pour 1903. — MM. Moissan, Haller, Schlœsing, Troost, Gautier.

Commission chargée de juger le concours du prix Wilde pour 1903. — MM. Berthelot, Maurice Levy, Lœwy, Mascart, Moissan.

Commission chargée de juger le concours du prix Tchihatchef pour 1903. — MM. Grandidier, Perrier, Bouquet de la Grye, Bornet, Van Tieghem.

Commission chargée de juger le concours du prix Cuvier pour 1903. — MM. Gaudry, Perrier, Giard, Bouvier, Delage.

Commission chargée de juger le concours du prix Parkin pour 1903. — MM. Fouqué, Michel Lévy, Bouchard, Mascart, Brouardel.

Commission chargée de juger le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques) pour 1903. — MM. Poincaré, Appell, Émile Picard, Jordan, Darboux.

Commission chargée de juger le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) pour 1903. — MM. Bornet, Van Tieghem, Gaudry, Perrier, Giard.

Commission chargée de juger le concours du prix Boileau pour 1903. — MM. Maurice Levy, Sarrau, Léauté, Boussinesq, Sebert.

Commission chargée de juger le concours du prix Estrade-Delcros pour 1903. — MM. Gaudry, Darboux, Berthelot, Mascart, Moissan.

Commission chargée de juger le concours du prix Cahours pour 1903. — MM. Moissan, Troost, Gautier, Ditte, Haller.

Commission chargée de juger le concours du prix Saintour pour 1903. — MM. Darboux, Berthelot, Gaudry, Maurice Levy, Haton de la Goupillière.

CORRESPONDANCE.

M. **R. Koch** adresse, de Bulawayo, Rodesia (Sud-Africa), ses remercîments à l'Académie, pour son élection à la place d'Associé étranger.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Quatre nouveaux Volumes de l'*International Catalogue of scientific literature* (*first annual issue*) : G. *Mineralogy;* H. *Geology;* J. *Geography mathematical and physical; List of Journals.*

2° Un opuscule de M. *Rollet de l'Isle,* intitulé : « Calcul de l'heure et de la hauteur d'une pleine mer, au moyen des constantes harmoniques ». (Extrait des *Annales hydrographiques,* 1903.) (Présenté par M. Hatt.)

3° Un Volume de M. *Alfred Angot,* portant pour titre « Instructions météorologiques, 4e édition ». (Présenté par M. Mascart.)

ASTRONOMIE. — *Perturbations séculaires du premier degré par rapport à l'excentricité.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Lœwy.

« Le calcul de la quantité R permet d'obtenir, en coordonnées polaires, la courbe décrite par la planète dans un système d'axes mobiles (OX étant parallèle au vecteur de Jupiter au Soleil) dont l'origine décrit un cercle de rayon a avec un mouvement à peu près uniforme, et cela d'autant plus que l'excentricité de l'astre troublé est plus petite.

» La méthode que nous avons employée permet donc, par des approximations successives, de parvenir à des formules générales, applicables dans tous les cas aux perturbations de Jupiter; l'inclinaison de l'orbite est très généralement assez petite et n'influe guère sur la valeur de l'élongation θ introduite par le problème plan; enfin nous avons conduit les calculs jusqu'aux termes du troisième ordre par rapport à l'excentricité, car si l'on voulait dépasser cette approximation les calculs cesseraient bientôt d'être abordables et il serait plus avantageux d'expliciter les opérations pour étudier séparément un groupe bien déterminé de planètes. Au surplus, n'ayant aucun parti pris relativement à la nature des perturba-

a.	N_4.	N_{-4}.	N_5.	N_{-5}.	N_6.	N_{-6}.	N_7.	N_{-7}.
4,206	9503.10^{-6}	—16856.10^{-6}	2186.10^{-6}	— 3509.10^{-6}	2371.10^{-6}	— 3514.10^{-6}	1791.10^{-6}	—2415.10^{-6}
4,156	5615	— 9925	1380	— 2145	1493	— 2165	1186	—1564
4,100	2387	— 4027	818	— 1227	841	— 1197	721	— 923
4,070	1726	— 2865	614	— 899	565	— 818	560	— 702
3,969								
3,845	2834.10^{-7}	—42409.10^{-8}	1540.10^{-7}	—21420.10^{-8}	1051.10^{-7}	—14726.10^{-8}	7289.10^{-8}	—9613.10^{-8}
3,802	2027	—29853	923	—14991	843	—11288	5410	—6944
3,763	1542	—22405	743	—11272	667	— 8740	4155	—5248
3,700	982	—13987	505	— 7105	417	— 5327	2637	—3263
3,631	640	— 8950	358	— 4632	286	— 3582	1701	—2066
3,582	459	— 6343	263	— 3355	207	— 2552	1213	—1455
3,515	293	— 3990	183	— 2301	134	— 1635	779	— 921
3,472	212	— 2883	140	— 1724	104	— 1248	593	— 691
3,442	164	— 2226	119	— 1452	871.10^{-8}	— 1032	492	— 568
3,421	128	— 1754	106	— 1286	765	— 900	428	— 491
3,277								
3,147	1332.10^{-9}	— 2277.10^{-9}	1591.10^{-9}	— 2072.10^{-9}	1200.10^{-9}	— 1489.10^{-9}	641.10^{-9}	— 777.10^{-9}
3,129	2466	— 3429	1533	— 1945	1110	— 1353	587	— 700
3,106	2521	— 3383	1381	— 1732	978	— 1181	512	— 606
3,075	2302	— 3002	1185	— 1469	818	— 985	424	— 497
3,029	1974	— 2531	937	— 1148	626	— 742	320	— 371
2,997	1728	— 2188	798	— 971	522	— 615	264	— 305
2,956	1433	— 1798	643	— 777	407	— 479	205	— 235
2,922	1215	— 1349	537	— 644	335	— 389	165	— 189
2,901	1119	— 1393	483	— 577	298	— 346	149	— 172
2,879	986	— 1218	429	— 510	261	— 302	127	— 144
2,824	752	— 9196.10^{-10}	320	— 3779.10^{-10}	189	— 2171.10^{-10}	8988.10^{-11}	—1016.10^{-10}
2,771	579	— 7021	241	— 2829	138	— 1585	6483	— 728
2,751	524	— 6334	217	— 2536	123	— 1404	5711	— 641
2,733	481	— 5797	198	— 2308	111	— 1265	5189	— 584
2,705	416	— 4993	169	— 1969	9366.10^{-11}	— 1064	4277	— 478
2,673	355	— 4248	143	— 1659	7779	— 881	3512	— 392
2,650	316	— 3771	126	— 1458	6788	— 767	3037	— 338
2,618	271	— 3218	107	— 1228	5627	— 634	2490	— 276
2,598	243	— 2883	9550.10^{-11}	— 1098	4890	— 550	2147	— 238
2,583	226	— 2676	8837	— 1014	4573	— 514	2020	— 225
2,572	214	— 2532	8339	— 956	4290	— 482	1861	— 206
2,500	151	— 1772	5737	— 653	2802	— 311	1200	— 132
2,433	106	— 1234	3923	— 444	1870	— 206	769	— 844.10^{-11}
2,424	101	— 1177	3778	— 429	1769	— 196	726	— 795
2,412	9523.10^{-11}	— 1105	3494	— 395	1644	— 182	671	— 734
2,395	8547	— 990	3115	— 351	1452	— 161	589	— 644
2,371	7715	— 891	2785	— 313	1280	— 141	508	— 557
2,353	7053	— 813	2529	— 284	1151	— 127	459	— 500
2,331	6296	— 724	2238	— 251	1006	— 111	397	— 432
2,300	5380	— 617	1890	— 211	835	— 916.10^{-11}	325	— 353
2,256	4289	— 490	1467	— 164	637	— 699	244	— 264
2,214	3450	— 393	1170	— 130	492	— 538	185	— 200
2,187	3001	— 341	1006	— 112	416	— 454	155	— 167
2,155	2530	— 286	827	— 912.10^{-11}	340	— 370	124	— 134
2,136	2294	— 359	751	— 829	298	— 323	109	— 118
2,123	2147	— 242	700	— 772	279	— 303	100	— 108
2,108	1980	— 223	633	— 695	253	— 275	89	— 97

tions, nous laissons subsister les termes séculaires tels qu'ils s'introduisent naturellement dans les opérations successives, bien qu'ils puissent correspondre, en fait, à des inégalités à longues périodes : et, pour légitimer cette manière de faire, nous avons montré (1) que ces termes ne sont pas très élevés, et que le petit nombre d'oppositions observées pour les planètes rendra presque toujours illusoire le souci de vouloir s'en débarrasser systématiquement.

» Si la marche suivie n'est pas parfaite, elle permet, du moins, une approximation suffisante pour la majorité des cas : car il ne s'agit pas ici d'obtenir une théorie complète et précise de tel astéroïde, mais bien d'avoir des indications sur la variation des perturbations tout du long de l'anneau et, par suite, sur la constitution même de cet anneau.

» Ainsi, par approximations successives, nous avons obtenu (2)

$$\begin{aligned} R = \Sigma M_n \cos n\theta + \Sigma\theta . N_n[p \sin(k+n)\theta - q\cos(k+n)\theta] \\ + f(p, q, \varepsilon, k, \theta), \end{aligned}$$

les différents termes de f étant, soit du premier ordre et périodiques, soit du second ordre au moins.

» En se reportant à nos notations on reconnaît que le terme M_0, indépendant de p, q et θ, s'introduit comme facteur de $\cos^2\theta + \sin^2\theta$ et provient des formes suivantes :

$$\delta p \cos k\theta + \delta q \cos k\theta, \quad \frac{\delta p^2 + \delta q^2}{2}, \quad \frac{\delta p^2 - \delta q^2}{2} \cos 2k\theta + \delta p\, \delta q \sin 2k\theta;$$

et la forme même de δp et δq indique suffisamment que les termes en M proviennent des mêmes formes, et de celles-là seules.

» Nous donnons aujourd'hui les valeurs des coefficients N pour les termes du premier ordre en p et q ».

ASTRONOMIE. — *Sur la visibilité du disque lunaire éclipsé, pendant la seconde partie de l'éclipse du* 11-12 *avril* 1903. Note de Dom **M. Amann**, présentée par M. Wolf.

« Les observations de l'éclipse de Lune du 12 avril dernier, publiées dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* et dans le *Bulletin de la*

(1) *Annales de l'Observatoire de Paris*, t. XXIII.
(2) *Comptes rendus*, 17 février 1902.

Société astronomique de France, s'accordent, à quelques rares exceptions près, pour remarquer que la partie éclipsée a été *complètement* ou *presque complètement invisible*. L'opacité de l'ombre a été constatée dans les observatoires de Paris, Marseille, Bordeaux, Toulouse et Juvisy (¹).

» A Aoste (Italie), mon confrère Cl. Rozet et moi, nous avons suivi l'éclipse pendant toute sa durée, et nous avons constaté, en effet, que, pendant sa première partie, la portion éclipsée du disque est restée invisible.

» Nous nous sommes servis de trois réfracteurs : l'un de 17^{cm} d'ouverture utile (de Prazmowski); l'autre de 108^{mm} (de Steinheil), et le troisième de 40^{mm} (de Dom Siffert).

» Depuis le commencement de l'éclipse jusque vers minuit (temps moyen de Paris), la partie dans l'ombre parut toujours complètement noire, aussi noire que le fond du ciel, et il était impossible d'y distinguer aucun détail.

» Mais à partir de ce moment ($12^h 1^m$), nous avons commencé à voir la partie plongée dans l'ombre, laquelle revêtait au bord du disque une couleur rouge cuivré, et rouge brun au centre. Elle continua à rester visible avec la même teinte jusque vers $13^h 15^m$. A $13^h 9^m$, mon confrère a vu, à l'œil nu, le disque entier de la Lune; le contour de la partie éclipsée lui parut plus clair que le centre et de couleur rouge cuivré. Cette dernière observation correspond exactement, quant à l'heure et quant à la visibilité du contour, au neuvième cliché obtenu, à Toulouse, par M. Montangerand (²).

» Il faut encore ajouter qu'à $12^h 17^m$, vers le milieu de l'éclipse, la région comprise entre les cratères Galilée et Piazzi commença à prendre une couleur rouge brique très accusée. Cette teinte s'étendait, à $12^h 59^m$, jusqu'au cratère Scheiner. Sa largeur moyenne était d'environ deux fois le grand axe de Tycho. La région teintée s'illumina de plus en plus jusque vers $13^h 24^m$; toutefois les détails de la surface n'y ont pu être aperçus nettement.

» Les observations de MM. M. Farman et H. Chrétien, à l'observatoire de Chevreuse (³), et de M. Kannapell, à l'observatoire de la Faculté des Sciences de Paris (⁴), confirment bien celles que nous avons faites ici.

» Pendant toute la nuit du 11-12 avril, le ciel resta parfaitement pur. Il n'y eut pas le moindre nuage. L'atmosphère était très transparente et très calme. »

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 950, 982, 988 et 989. — *Bull. de la Soc. astr. de France*, mai 1903, p. 224.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 951.

(³) *Bull. de la Soc. astr. de France*, mai 1903, p. 226.

(⁴) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 989.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la décomposition d'une substitution linéaire, réelle et orthogonale, en un produit d'inversions.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« L'inversion étant, dans un espace quelconque, la transformation par rayons vecteurs réciproques, la présente Note contient la solution complète et effective de la question suivante : *Décomposer une substitution linéaire n-aire* S, *réelle et orthogonale, en un produit d'inversions.* Que la décomposition est possible, on le sait d'avance. En effet, S est isogonale, c'est-à-dire conserve les angles. Or (Liouville, MM. Darboux, Poincaré, Goursat, etc.) toute isogonale est un produit d'inversions.

» Conservons la terminologie et les notations de mes Communications précédentes (22 juillet 1901, 17 mars et 7 juillet 1902, 9 mars 1903).

» Soient n variables réelles x_i $(i=1, 2, \ldots, n)$, coordonnées d'une sphère réelle x dans un espace à $n-2$ dimensions, $\sum x^2 = 1$. L'invariant simultané, vis-à-vis de toute S, $\sum xy$ des deux sphères x et y est le cosinus de leur angle. Je définis une *inversion* A comme une S, où : 1° le déterminant $|A| = -1$; 2° $|\rho E - A| = (\rho-1)^{n-1}(\rho+1)$; on a

$$A(x, y) = E(x, y) - 2\xi\eta \qquad \text{où} \qquad \xi = \sum ax, \qquad \eta = \sum ay,$$

les a_i étant les coordonnées de la *sphère invertante* a, $\sum a^2 = 1$.

» Le *polysphère* $\mathcal{A}$ des p sphères $a_1, \ldots, a_p$ *fournit* une S, si $S = A_1, \ldots, A_p$, où a_j est la sphère invertante de l'inversion A_j $(j=1, 2, \ldots, p)$. On se trouve ainsi en présence de deux problèmes réciproques :

» I. Construire S, connaissant $\mathcal{A}$;

» II. Construire $\mathcal{A}$, connaissant S.

» Voici la solution du problème I. Nommons λ_{jk} le cosinus de l'angle des deux sphères a_j et a_k; soit sig. z une expression telle que sig. $z = -1$, 0 ou 1, suivant que z est < 0, 0 ou > 0. Posons

$$\xi_j = \sum_i a_{ji}x_i, \qquad \eta_j = \sum_i a_{ji}y_i$$

et introduisons les deux matrices p-aires

$$\Lambda_p = (\lambda_{jk}), \qquad V_p = [1 + \lambda_{jk}\,\text{sig.}(k-j)], \qquad |V_p| = 1.$$

Alors

$$S(x,y) = E(x,y) - 2V_p^{-1}(\xi,\eta).$$

» La solution du problème II n'est pas complètement déterminée. On peut, sans changer S, adjoindre à $\mathcal{A}$ un polysphère quelconque *fermé*, c'est-à-dire fournissant une S unité.

» Pour qu'un polysphère d'ordre p soit fermé, il faut et il suffit : 1° que p soit pair ; 2° que les deux matrices p-aires alternées

$$T = \tfrac{1}{2}(V_p - V'_p) \qquad \text{et} \qquad \mathfrak{T} = \tfrac{1}{2}(V_p^{-1} - V_p'^{-1})$$

soient inverses l'une de l'autre.

» Les polysphères fermés étant ainsi obtenus, il suffit, pour résoudre le problème II, de construire *un seul* polysphère $\mathcal{A}$ fournissant S.

» On peut toujours, sans restreindre la généralité ni sortir du réel, faire en sorte que $n = 2l$ et $|\pm E - S| \neq 0$. Alors on aura un polysphère $\mathcal{A}$ constitué par l couples Γ_r $(r = 1, 2, \ldots, l)$ de sphères. Les deux sphères de Γ_r sont orthogonales à toutes les $2(l-1)$ autres. Si

$$|\rho E - S| = \prod_r (\rho^2 - 2\rho\cos 2\theta_r + 1),$$

l'angle des deux sphères du couple Γ_r est θ_r.

» Un exposé complet de la théorie paraîtra dans les *Annales de l'Université de Lyon*.

» Je me bornerai à dire ici que mes procédés de démonstration sont fondés sur le calcul symbolique des formes bilinéaires et sur la théorie des *Elementartheiler* de Weierstrass.

» On peut remarquer que la matrice Λ_p ci-dessus est hypohermitienne. Les propriétés des hypohermitiennes ont joué aussi un grand rôle dans les présentes recherches. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur des moyennes en Météorologie et sur la variabilité des températures en France*. Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« L'emploi des moyennes est général dans toutes les recherches de Météorologie et surtout de Climatologie ; pour avoir, par exemple, la température *moyenne* ou *normale* d'un mois donné, on prend la moyenne arith-

métique des valeurs successives obtenues pour ce mois dans une longue série d'années. Mais il n'est nullement évident que l'emploi de ces moyennes soit légitime; on peut imaginer tel pays où, par suite de la prédominance alternative d'un régime marin et d'un régime continental, on n'aurait tantôt que des hivers chauds, tantôt que des hivers froids; la moyenne arithmétique correspondrait alors à une température qui n'aurait jamais été observée en réalité et n'aurait aucune signification physique.

» Si l'expérience ou l'observation fournissent successivement plusieurs valeurs pour un même phénomène, la moyenne arithmétique de ces nombres est la valeur la plus probable du résultat cherché, sous la condition que toutes les déterminations aient la même précision et que les causes d'erreur soient purement fortuites. Cette dernière condition n'est pas remplie en apparence pour les éléments météorologiques, dont les variations, d'une année à l'autre, sont dues à des causes naturelles. Il faut donc, pour justifier l'emploi de ces moyennes, vérifier que ces causes naturelles se comportent exactement comme des causes fortuites.

» Ayant réussi à reconstituer, pour les différentes régions de la France, 24 séries homogènes de températures, comprenant toutes les 50 mêmes années (1851-1900), j'ai pu vérifier dans quelles limites cette condition était satisfaite. Pour toutes les stations on a calculé la température moyenne de chaque mois et les écarts à la moyenne, d'où l'on déduit, par les règles connues, l'erreur probable d'une observation. On a cherché enfin combien d'écarts dépassaient un multiple donné de l'erreur probable et comparé ces nombres à ceux qu'indique la théorie des erreurs. La concordance a été tout à fait satisfaisante; il n'y a, de plus, aucune variation systématique dans la fréquence, suivant les saisons, des écarts d'une même grandeur relative. En additionnant les nombres trouvés dans les douze mois pour les écarts qui atteignent un multiple donné de l'erreur probable, on a, pour chaque station, un total de 600 écarts, nombre assez grand pour la vérification des règles de probabilité.

» Le détail de tous les nombres est donné dans une autre publication : il suffira d'indiquer ici combien on a trouvé en moyenne d'écarts qui atteignent ou dépassent un multiple donné de l'erreur probable p et de rapprocher ces valeurs de celles qu'indique la théorie des erreurs fortuites.

Nombre d'observations (sur 600) *dont l'écart à la moyenne atteint ou dépasse :*

	$\frac{1}{2}p$.	p.	$2p$.	$3p$.	$4p$.	$5p$.
D'après les observations........	446	301	100	21	4	0,4
D'après la théorie..............	442	300	106	24	4	0,6

» On peut donc formuler la conclusion suivante :

» Les causes naturelles qui, d'une année à l'autre, produisent les variations de température d'un même mois, se comportent exactement, pour toute la région de la France, comme des causes purement fortuites. La moyenne arithmétique des températures successives observées pour un mois de même nom dans une série d'années est donc la valeur la plus probable de cette température et en même temps celle qui se présente le plus fréquemment.

» L'emploi des températures moyennes est donc légitime (¹) et le calcul de l'erreur probable montre sur quelle approximation on peut compter dans la valeur de ces moyennes.

» Les erreurs probables varient légèrement d'une partie de la France à l'autre. Nous indiquerons seulement, à titre d'exemple, celles qui sont relatives à Paris.

Erreur probable d'une observation à Paris.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
±	1°,54	1°,58	1°,23	0°,97	1°,02	0°,89	1°,03	0°,85	0°,94	0°,88	1°,19	1°,96	0°,46

» L'erreur probable de la moyenne de n observations s'obtient en divisant par $\sqrt{n}$ l'erreur probable d'une observation. Pour Paris, où la température moyenne de janvier, résultant des 50 années 1851-1900, est de 2°,31, l'erreur probable de cette moyenne est ± 0°,22. Il y a donc seulement une chance sur deux pour que la moyenne déduite d'un nombre beaucoup plus grand d'observations reste comprise entre 2°,1 et 2°,5. On voit combien grand est le degré d'incertitude qui pèse sur la valeur absolue des moyennes résultant même de cinquante années d'observations, et combien il convient d'être réservé dans toutes les considérations que l'on peut être tenté d'émettre sur la variabilité des climats.

» Une autre conclusion qui résulte de cette étude est que, pour établir des cartes qui représentent la distribution moyenne des températures, il est absolument indispensable que toutes les séries employées soient les plus longues possible, mais surtout composées des *mêmes* années d'observations. Sans cette précaution, les différences trouvées entre deux stations pourraient dépendre surtout des années qui sont entrées dans le calcul des moyennes et ne pas correspondre à des différences physiques réelles; ces

---

(¹) Il ne faudrait pas, sans vérifications préalables, généraliser ces conclusions pour d'autres régions ni pour d'autres éléments météorologiques. Pour la pluie notamment, la signification des moyennes semble beaucoup plus douteuse.

différences changeraient de valeur et souvent même de sens, suivant qu'on prendrait telle ou telle période.

» On indique du reste, dans le Mémoire complet, comment on peut éliminer cette cause d'erreur et ramener, avec une approximation plus que suffisante, des séries de différentes longueurs à être comparables entre elles. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique du sélénium en présence des corps traités par l'ozone.* Note de M. **Edmond van Aubel**, présentée par M. Lippmann.

« J.-H. Vincent (¹) a montré le premier que des substances, incapables par elles-mêmes d'impressionner la plaque photographique, acquièrent cette propriété lorsqu'elles ont été soumises à l'action de l'ozone Il a fait ses expériences avec le caoutchouc, la gutta-percha et le camphre et a constaté, par une méthode chimique, que le caoutchouc traité par l'ozone contenait de l'eau oxygénée. L'ozone seul n'agissait pas sur la plaque photographique. Les résultats obtenus devenaient ainsi une conséquence des recherches de W.-J. Russell.

» L'année dernière, P. Villard (²) a fait à la Société française de Physique une communication sur la même propriété des corps traités par l'ozone, mais les expériences antérieures de J.-H. Vincent ne sont pas mentionnées par le physicien français, qui ne donne d'ailleurs pas l'explication des phénomènes intéressants observés par lui. Plus récemment, Octave Dony-Hénault (³) a repris les expériences de P. Villard et attribué les résultats obtenus à la formation d'eau oxygénée. Les travaux de P. Villard et Octave Dony-Hénault constituent donc un complément des recherches de J.-H. Vincent.

» D'autre part, j'ai montré (⁴) que les radiations émises par l'eau oxy-

(¹) *Beiblätter zu den Annalen der Physik,* vol. XXIII, 1899, p. 855. — *Fortschritte der Physik des Aethers im Jahre* 1899, p. 176.

(²) *Revue générale des Sciences*, vol. XIII, 1902, p. 215. — *Société française de Physique*. Séance du 7 février 1902.

(³) *Physikalische Zeitschrift,* 15 avril 1903, p. 416. — *Bulletin de l'Association belge des chimistes,* février 1903, p. 79.

(⁴) *Comptes rendus,* 14 avril 1903.

génée et par l'essence de térébenthine diminuent la résistance électrique du sélénium. Dans la Note actuelle, je me propose d'examiner si les corps traités par l'ozone agissent de même.

» Le dispositif employé est celui qui m'a servi antérieurement.

» 1° Une feuille de caoutchouc rouge a été mise sur le trajet d'un courant d'ozone sec pendant 12 minutes, puis déposée dans une cuvette en porcelaine; celle-ci a été placée dans la caisse en bois qui a été employée précédemment. La résistance électrique du sélénium était au début 599000^ohms^. Après 15 minutes d'exposition aux radiations émises par le caoutchouc ozonisé, la résistance tombait à 556000^ohms^. On plaçait alors l'écran de laiton et, après 1 heure, la valeur de la résistance était remontée à 563000^ohms^. Le lendemain, on trouvait que le sélénium avait sensiblement repris sa conductibilité primitive.

» Le caoutchouc noir a donné des résultats semblables.

» 2° Des morceaux de camphre ont été de même soumis au courant d'ozone sec, pendant 25 minutes. La résistance électrique de la pile au sélénium était au commencement 591000^ohms^. Les rayons émis par le camphre ozonisé faisaient diminuer cette résistance jusqu'à 510000^ohms^, au bout de 15 minutes. En interposant l'écran de laiton, on trouvait 534000^ohms^ après une heure et, le lendemain, la résistance initiale était reprise.

» Ces résultats montrent que les corps traités par l'ozone, et susceptibles d'être attaqués par lui, augmentent la conductibilité électrique du sélénium, mais que le retour à la valeur primitive de la résistance électrique de la pile est extrêmement lent. »

TÉLÉGRAPHIE. — *Sur la transmission de photographies à l'aide d'un fil télégraphique.* Note de M. KORN, présentée par M. Cailletet.

« Pour l'exécution pratique de l'idée de baser une méthode de téléphotographie sur la propriété connue du sélénium (de perdre partiellement sa grande résistance électrique sous l'action de la lumière) il restait encore une difficulté essentielle : c'était la construction d'un appareil récepteur permettant de transformer de très faibles courants électriques en radiations lumineuses dont l'intensité varie avec l'intensité de ces faibles courants transmis.

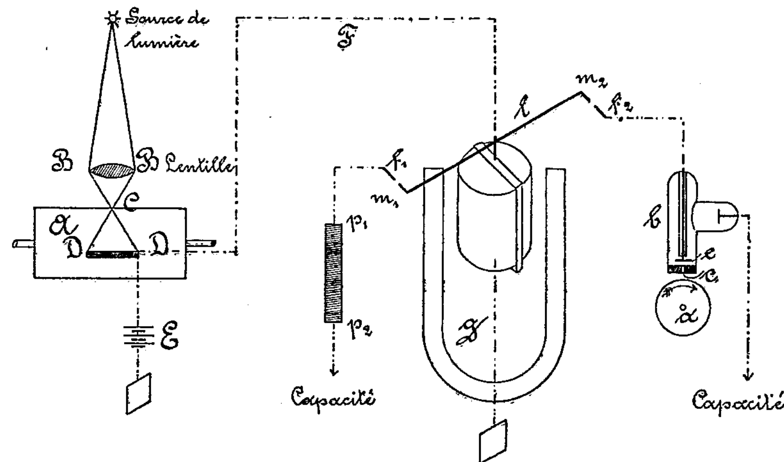
» Voici le résumé d'une nouvelle méthode par laquelle des résultats assez satisfaisants ont déjà été obtenus :

» La pellicule photographique *a* du récepteur tourne devant une petite fenêtre [1]

---

[1] A part cette fenêtre la surface du tube est couverte de manière à ne laisser passer aucune radiation lumineuse ou photoactive quelconque.

($0^{mm},25 \times 0^{mm},25$) *c* d'un tube à vide *b* comme un rouleau de phonographe devant la membrane vibrante. A l'aide de courants de haute fréquence (courants de Tesla) on peut produire à l'intérieur du tube des radiations lumineuses, qui feront, après avoir passé par la petite fenêtre, des impressions photographiques sur la pellicule sensible. Celle-ci se meut synchroniquement avec le porte-image $\mathcal{A}$ du transmetteur (une pellicule avec la photographie à transmettre enroulée autour d'un cylindre en verre), qui est traversé par un faisceau lumineux très mince $\mathcal{BCD}$ et passe, ligne par ligne, devant une pile de sélénium $\mathcal{D}$ disposée à l'intérieur du cylindre. Suivant les différents tons de la photographie à transmettre, le sélénium reçoit plus ou moins de lumière; un courant électrique produit par une force électromotrice constante $\mathcal{E}$, passant par le sélénium $\mathcal{D}$ et le fil télégraphique $\mathcal{F}$ au récepteur subira des variations



d'intensité correspondantes et réglera l'intensité des radiations du tube récepteur de la manière suivante : on relie l'électrode active *e* du tube avec un pôle p_1 de la bobine secondaire d'un appareil de Tesla en intercalant des champs d'étincelles formés par les pointes m_1, m_2 d'une aiguille *l* de galvanomètre et deux pointes fixes f_1, f_2; suivant les distances $m_1 f_1$ et $m_2 f_2$, qui varieront avec les courants transmis passant par le galvanomètre *g*, l'intensité des radiations du tube sera plus ou moins grande. Par cet arrangement, on peut faire correspondre l'intensité des radiations du tube récepteur à l'intensité de la lumière frappant le sélénium du transmetteur et reproduire ligne par ligne la photographie originale.

» Le récepteur téléphotographique décrit ci-dessus peut aussi servir comme récepteur de télautographe ([1]) pour la transmission d'écritures, dessins, etc.; il permet dans cette application une vitesse de transmission

([1]) Avec quelques légères modifications et en employant un transmetteur Bakewell-Caselli.

assez remarquable; vingt à quarante mots ont pu être reproduits en trois minutes dans leur écriture originale; en se servant de la sténographie, on peut même arriver à une vitesse cinq fois plus grande. Ceci n'est du reste pas une limite supérieure; les expériences ont en effet montré que les radiations du tube employé passant par la petite fenêtre donnent encore une impression distincte sur la pellicule sensible dans la cinq-centième partie d'une seconde, ce qui fait espérer que l'on pourra encore augmenter la vitesse de transmission.

» La transmission des photographies est naturellement plus lente, surtout à cause d'une certaine inertie du sélénium, mais les progrès faits récemment dans la construction des piles de sélénium font prévoir qu'on arrivera là aussi à une vitesse de transmission bien supérieure à celle employée jusqu'à présent (une demi-heure pour un portrait de $12^{cm} \times 16^{cm}$ dans le transmetteur, de $3^{cm} \times 4^{cm}$ dans le récepteur). »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la théorie des indicateurs colorés.* Note de M. **P. Vaillant**, présentée par M. J. Violle.

« Ostwald (*Lehrb. d. allg. Ch.*, 2ᵉ édit., 1891, p. 799) et Nernst (*Theot. Ch.*, p. 501) définissent un indicateur coloré : un acide ou une base faibles dont la molécule RH ou ROH a une couleur différente de celle de l'ion R. Ils font jouer à celui-ci le rôle essentiel, sans paraître tenir compte de la couleur propre aux sels de l'indicateur. C'est cependant celle-ci presque seule qui intervient, ainsi qu'on peut aisément s'en rendre compte par l'application de la théorie des ions elle-même.

» Dans le dosage d'une solution de KOH, par exemple, à l'aide d'un indicateur acide RH, on a en présence une certaine quantité de sel RK et un excès de KOH, ordinairement très grand par rapport à la quantité de RK. Cet excès de KOH introduit dans le mélange un grand nombre d'ions K, lesquels, d'après la loi des masses, doivent réduire sensiblement à zéro le nombre des ions R. La couleur de la solution est donc uniquement celle de RK.

» Lorsqu'on additionne ensuite la liqueur d'une solution titrée de HCl, par exemple, KOH est remplacé par KCl plus dissocié, le nombre des ions K augmente encore et RK reste à l'état de molécules complètes.

» Enfin, lorsque RK est transformé par HCl en RH, un certain nombre d'ions R peuvent apparaître, mais RH étant par hypothèse un acide faible

est toujours très peu dissocié, en sorte que l'influence des ions R sur la couleur de la solution reste insensible.

» Il semble, d'après cela, qu'il faille revenir à la vieille définition des indicateurs : un acide ou une base faibles dont la couleur diffère de celle de leurs sels.

» A l'appui de cette manière de voir, je donne les résultats de quelques mesures colorimétriques faites, au spectrophotomètre Gouy, sur le paranitrophénol (PH) et son sel de K : elles ont porté sur les trois radiations :

$$\lambda_1 = 522^{\mu\mu}, \qquad \lambda_2 = 515^{\mu\mu}, \qquad \lambda_3 = 508^{\mu\mu}.$$

» 1° *Le paranitrophénol est incolore et l'ion* P *coloré.* — Le Tableau I donne les coefficients d'absorption a_λ de 3 solutions de PH, calculés dans l'hypothèse qui précède. Ces coefficients sont 3 à 3 égaux à plus de $\frac{1}{10}$ près, c'est-à-dire au degré d'approximation des mesures.

» 2° *Le paranitrophénate de* K *est coloré.* — La couleur d'une solution de PK, additionnée d'un grand excès de KOH, est en effet indépendante : 1° de la quantité de KOH; 2° de celle de PK (Tableau II). On en conclut que, conformément à la théorie, PK n'est pas dissocié et qu'il est coloré.

Tableau I.

Concent. en PH.	a_{λ_1}.	a_{λ_2}.	a_{λ_3}.
	462	696	904
$\frac{1}{40}$	+6	+18	−6
$\frac{1}{80}$	+1	−19	−34
$\frac{1}{160}$	−7	+2	43

Tableau II.

Concentrations en PK.	Concentrations en KOH.	a_{λ_1}.	a_{λ_2}.	a_{λ_3}.
$10^{-4}\times$	$^0/_0$	447	673	911
$\frac{1}{2}$	4	−19	−29	−35
$\frac{1}{4}$	6	−31	−1	−31
$\frac{1}{8}$	8	+49	+31	+65

» 3° *Le paranitrophénate de* K *a même couleur que son anion.* — Ce fait, qui résulte immédiatement de la comparaison des Tableaux I et II, fournit un procédé commode de détermination de la dissociation hydrolytique du sel PK et permet ainsi de préciser les conditions d'emploi de PH comme indicateur acide.

» D'après ce qui précède, si a'_λ et a_λ sont les coefficients d'absorption pour λ de deux solutions de même concentration en PK, l'une pure, l'autre additionnée d'un grand excès de KOH, l'expression $1 - \frac{a'_\lambda}{a_\lambda}$ doit représenter le pour 100 de la première solution qui se trouve à l'état de molécules PH incolores, c'est-à-dire le degré de dissociation hydrolytique β de cette solution. Voici à ce sujet quelques-uns des résultats obtenus. V représente le nombre de litres de solution par équivalent-gramme de PK dissous,

$(1-\beta)_m$ la valeur moyenne du quotient $\frac{a'_\lambda}{a_\lambda}$, ε l'écart maximum avec cette valeur moyenne :

V..........	10	50	100	200	400	800	4000	8000	16000
$(1-\beta)_m$.....	0,761	0,738	0,743	0,738	0,742	0,727	0,393	0,229	0,144
ε..........	0,013	0,016	0,014	0,012	0,023	0,004	0,020	0,006	0,005

» La dissociation hydrolytique du sel PK est donc toujours considérable, elle décroît d'abord rapidement quand augmente la concentration, puis demeure sensiblement indépendante de celle-ci pour décroître à nouveau aux concentrations élevées (voir la note).

» Dès lors, si l'on veut doser une solution de KOH à l'aide de PH, en ajoutant progressivement à la solution une liqueur titré de HCl par exemple, la couleur ne demeurera constante qu'autant qu'il y aura suffisamment de KOH en excès pour empêcher l'hydrolyse du sel PK. Lorsque cette limite sera dépassée, la coloration diminuera progressivement jusqu'à zéro.

» L'hydrolyse des sels de l'indicateur est sans importance lorsque l'indicateur est, comme dans le cas actuel, incolore. Il n'en serait pas de même si cet indicateur était lui-même coloré, car le changement de coloration se produirait alors avant la neutralisation complète.

» Toutefois, dans l'emploi du paranitrophénol, il conviendra de noter, non pas l'instant du début de la décoloration, mais celui de la décoloration totale. Les sels de cet indicateur étant très hydrolysés, l'erreur par défaut qu'on commettrait dans le premier cas serait en effet beaucoup plus considérable que l'erreur par excès commise dans le second, car PH est excessivement peu dissocié (1 pour 100 environ à la concentration de $\frac{1}{1000}$) et il suffit d'un très léger excès d'acide fort pour rendre sa dissociation pratiquement nulle.

» *Note.* — Cette loi de variation est bien conforme à la théorie. Soient, en effet, K_1 et K_2 les constantes de dissociation hydrolytique et électrolytique du sel PK, C la concentration totale de la solution en PK, c la quantité hydrolysée, c_1, c_2, c_3 les nombres de molécules PK, KOH et PH ionisées. On a, d'après la loi des masses,

$$K_1[C-c-c_1]=(c-c_2)(c-c_3),$$
$$K_2[C-c-c_1]=(c_1+c_2)(c_1+c_3);$$

d'où

$$\frac{K_1}{K_2}=\text{const.}=k^2=\frac{(c-c_2)(c-c_3)}{(c_1+c_2)(c_1+c_3)}. \tag{1}$$

Le produit $c_2 c_3$ des ions OH par les ions H est, d'autre part, constant et très petit (voisin de 10^{-14}).

» Cela posé, lorsque la solution est excessivement étendue, le second membre de (1) est inférieur à $\frac{c^2}{c_1^2}$ ou, comme c_1 peut être sensiblement confondu avec $C - c$, inférieur à $\frac{c^2}{(C-c)^2}$. Donc $\beta = \frac{c}{C}$ est supérieur à $\frac{k}{1+k}$.

» Lorsque la concentration croît, c_2 et c_3 deviennent rapidement négligeables devant c et c_1 et le second membre de (1) se confond sensiblement avec $\frac{c^3}{c_1^2}$ ou $\frac{c^2}{(C-c)^2}$. A partir de ce moment, β reste constant et égal à $\frac{k}{1+k}$.

» Toutefois, aux fortes concentrations, c_1 devenant nettement inférieur à $C - c$, $\frac{c}{C}$ commence de nouveau à décroître. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Électrolyse des sulfures alcalino-terreux.* Note de MM. **André Brochet** et **Georges Ranson**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'électrolyse des sulfures alcalino-terreux n'a donné lieu jusqu'à présent à aucun travail. Nos recherches ont porté principalement sur le sulfure de baryum. Ces essais ont été faits à chaud, en raison du peu de solubilité à froid du sulfure et surtout de l'hydrate de baryum. La température de 60°-65° est celle qui convient le mieux.

» On constate les mêmes faits que dans le cas du sulfure de sodium ([1]), c'est-à-dire en solution étendue, formation de soufre, sulfite, hyposulfite, sulfate; mais, dans le cas présent, les produits étant insolubles se déposent sur l'anode.

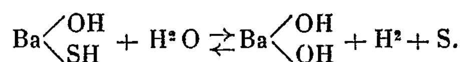
» En solution concentrée, il y a séparation de soufre, de baryte et d'hydrogène. Le soufre se dissout dans l'excès de sulfure pour donner des polysulfures et la baryte reste en solution. Dans les conditions de l'expérience, elle n'a aucun effet sur le soufre des polysulfures. On ne constate la formation d'aucun produit d'oxydation, ce qui est facile à mettre en évidence, l'anode restant bien nette.

» Les polysulfures sont réduits avec formation d'hydrogène sulfuré, lequel avec la baryte régénère le sulfure primitif.

» On obtient ainsi les deux réactions inverses, qui sont caractérisées par

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1134. (Dans cette Note, *lire*, pour le Mémoire de Durkee, page 525 *au lieu de* page 125.)

l'équation



$$Ba\langle^{OH}_{SH} + H^2O \rightleftarrows Ba\langle^{OH}_{OH} + H^2 + S.$$

» Il y a lieu de remarquer que, si la température est très élevée, la réaction peut devenir oxydante comme dans le cas d'une solution étendue, mais ici cela semble résulter de l'action de la baryte sur les polysulfures.

» L'étude de l'électrolyse du sulfure de baryum nous a conduits à de nombreux essais; nous en donnerons deux à titre d'indication.

» *Expérience I.* — Nous nous sommes servis d'une solution de sulfure de baryum telle que 1^{cm^3} correspondait à $22^{cm^3},9$ de solution décinormale d'iode : soit une teneur de 297^g de sulfure de baryum hydraté par litre (BaS, $5H^2O$).

» L'électrolyse fut faite dans un vase en fer servant de cathode et renfermant 900^{cm^3} de liquide. L'anode était formée d'une lame de platine de 1^{dm} de côté, soit 2^{dm^2} de surface totale.

» L'intensité du courant fut maintenue à 10^{amp}, ce qui correspondait à

$$Da = 5^{amp} \text{ par décimètre carré} \quad \text{et} \quad Dc = 1^{amp},6 \text{ par décimètre carré.}$$

» La tension aux bornes resta constante aux environs de $1^{volt},10$ et la température fut maintenue à 60°-65°.

» Après 2 heures et demie la teneur de la solution avait à peine varié; 1^{cm^3} correspondait à 22,3 d'iode, soit 289^g de sulfure par litre. La perte était donc de $7^g,2$ au lieu de 104^g demandés par la théorie. L'opération n'a donc donné aucun résultat sensible, la réduction représentant 93 pour 100 de la quantité d'électricité fournie à l'électrolyseur.

» *Exemple II.* — Cet essai a été fait en vue d'étudier la réduction par la méthode d'Œttel; il a été conduit de la même façon que l'électrolyse du sulfure de sodium et dans le même appareil, tenant 125^{cm^3} d'une solution, dont 1^{cm^3} correspondait à 23,2 de solution décinormale d'iode, soit 300^g par litre du sulfure hydraté.

» L'intensité du courant de 5^{amp} correspondait à

$$Da = Dc = 7^{amp} \text{ par décimètre carré.}$$

» Les résultats de cet essai figurent dans le Tableau ci-dessous.

Électrolyse du sulfure de baryum sans diaphragme.

Durée. min.	Tension aux bornes.	Hydrogène dégagé.	Réduction.
0....	2,70	77,2 pour 100	22,8 pour 100
12....	2,25	42,3 »	57,7 »
21....	2,10	33,3 »	66,7 »
30....	2,10	26,1 »	73,9 »
40....	2,15	17,7 »	82,3 »
60....	2,18	18,3 »	81,7 »
60....	2,2-2,4	15,6 »	84,4 »

» Au bout de 1 heure de marche, par suite du dégagement gazeux insignifiant et du manque d'agitation du liquide, une légère couche de soufre se dépose sur l'anode, le voltmètre et l'ampèremètre se mettent à osciller fortement, il y a formation de produits d'oxydation qui, insolubles, se déposent sur l'anode. Le dispositif ne permettant pas l'agitation, le sens de la réaction change. Au lieu de séparer le soufre, on provoque l'oxydation du sulfure en même temps que la réduction diminue, au bout de 2 heures elle n'est que de 46,0 pour 100, la tension aux bornes étant supérieure à 3^{volts}.

» A la fin de la première heure, 1^{cm^3} de solution correspondait à 18,9 d'iode décinormal, soit 245^g de sulfure hydraté par litre. La perte correspondait à $6^g,9$ au lieu de $24^g,2$ exigés par la théorie. La réduction moyenne était de 71,6 pour 100.

» *Remarques et conclusions.* — La plupart des remarques que nous avons faites au sujet de l'électrolyse des sulfures alcalins (*loc. cit.*) s'appliquent d'ailleurs à l'électrolyse des sulfures alcalino-terreux. C'est ainsi que l'on peut utiliser comme anode : le platine, le fer, le nickel, etc.

» Le charbon se comporte également bien; mais si, pour une raison quelconque, la réaction devient oxydante, elle se complique alors du fait d'une légère attaque de l'électrode; le plomb peut également, dans certains cas, se recouvrir de peroxyde. Le cuivre agit comme anode soluble.

» L'addition de chlorure de sodium ne modifie pas la marche générale de l'opération, mais dans ces conditions le fer et le nickel se comportent comme anode soluble.

» La baryte étant, dans les conditions indiquées, sans action sur les polysulfures, nous avons cherché si l'électrolyse du sulfure de baryum sans diaphragme ne pourrait constituer un mode de préparation de cette base, en diminuant ou supprimant la réduction des polysulfures.

» L'augmentation de la densité de courant cathodique est sans intérêt, l'effet étant peu sensible et n'étant pas en rapport avec l'élévation de tension aux bornes et par conséquent avec l'augmentation de dépense d'énergie.

» D'autre part, l'addition de chromate, qui donne des résultats si intéressants dans la fabrication des chlorates, ne peut malheureusement être employée dans le cas présent. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau procédé pour le dosage des corps halogènes dans les composés organiques.* Note de MM. **H. Baubigny** et **G. Chavanne**, présentée par M. Troost.

« Les deux modes analytiques employés pour le dosage du chlore, du brome et de l'iode dans les matières organiques reposent : l'un, sur l'oxy-

dation du composé par l'acide nitrique en présence de nitrate d'argent et en tube scellé suivant les indications de Carius; l'autre, sur la destruction du corps par la chaleur dans un tube à combustion en présence de chaux. Dans la première méthode, le poids du sel d'argent insoluble recueilli donne celui de l'élément halogène; dans la seconde, le contenu du tube ayant été dissous par l'acide nitrique dilué, on filtre le résidu de charbon et l'on précipite après coup par le nitrate d'argent.

» Le procédé Carius a contre lui la durée de l'opération et la température élevée, du moins pour une opération en tube scellé (200° et même plus), qu'il exige parfois pour arriver à une combustion complète du produit. Le procédé à la chaux, avec les dérivés iodés, est souvent infidèle, et il est utile, pour éviter toute perte d'iode, d'employer la chaux *sodée,* d'où attaque du verre et mise en liberté de silice lors de la reprise par l'acide nitrique, ce qui allonge les lavages. Enfin, ces deux méthodes ne permettent pas de séparer les divers éléments halogènes que peut contenir le composé; elles les donnent en bloc.

» On peut, dans une certaine mesure cependant, effectuer cette séparation, tout en laissant à l'analyse une marche rapide. Le procédé est basé sur l'emploi du mélange sulfo-chromique ou solution de bichromate alcalin dans l'acide sulfurique concentré. Ce mélange, à chaud, brûle énergiquement les matières organiques, et, si elles renferment du chlore et du brome, ces corps se dégagent en nature, même en présence d'un sel d'argent; tandis que l'iode, lui, est oxydé et retenu en totalité dans la solution à l'état d'acide iodique. C'est là un premier résultat, qui permet de séparer de suite l'iode du chlore et du brome. En second lieu, l'opération est assez rapide, puisque la combustion dure tout au plus une dizaine de minutes pour un poids de $0^{g},3$ à $0^{g},4$.

» Comme premier exemple de la méthode, nous choisirons le cas le plus simple, celui d'un composé iodé.

» Dans une fiole conique de 150^{cm^3} à 200^{cm^3} et un peu allongée, on met 40^{cm^3} environ de SO^4H^2 ($d = 1,84$) avec un léger excès de AzO^3Ag, 1^g à $1^g,5$, calculé d'après le poids de la matière employée, et l'on chauffe pour dissoudre ce sel; aussitôt après, on ajoute de 4^g à 8^g de $Cr^2O^7K^2$ en poudre, dont la dissolution est favorisée par l'agitation et l'action de la chaleur. Le mélange sulfo-chromique refroidi, on y fait glisser le petit godet en verre dur qui contient la matière, et par un mouvement giratoire on l'enrobe dans le liquide oxydant. Quelquefois l'action commence à froid, le dégagement mousseux de gaz carbonique l'indique, mais le plus souvent l'attaque exige l'aide de la chaleur, qu'il est toujours bon d'utiliser à la fin pour assurer la destruction complète de la substance. On chauffe donc à nouveau le vase sur la flamme en agitant constamment. Dans aucun cas il n'est utile d'aller au delà de 150°-170°; on doit même

éviter de porter à 180°, à cause de la destruction de l'acide chromique par SO^4H^2 et sans profit pour l'oxydation. Le dégagement d'oxygène, qui se produit, prévient qu'on a atteint cette température et point n'est besoin d'employer de thermomètre. On supprime alors la source de chaleur, en continuant l'agitation pendant 4 à 5 minutes.

» Sauf une fois, où nous avons opéré un peu trop précipitamment, nous n'avons jamais vu se dégager de vapeur d'iode.

» La masse refroidie, on ajoute 140^{cm^3} à 150^{cm^3} d'eau et, à l'aide d'une solution concentrée de gaz sulfureux, si facile à préparer grâce au gaz liquéfié fourni par l'industrie, on procède à la réduction des acides chromique et iodique; ce dernier donne l'iodure AgI complètement insoluble dans ces conditions, comme l'a montré l'un de nous (1).

» Parfois, lors du refroidissement de la solution aqueuse, il se dépose des cristaux orangés de chromate d'argent chargés d'iodate. Ce dépôt ne se forme que si l'on a dû employer un excès de bichromate. Ces cristaux très peu solubles, même à chaud dans les acides, se dissolvent au contraire très aisément dans AzH^3, ou à la faveur des sels ammoniacaux (2). On les redissout en ajoutant du nitrate d'ammoniaque plus soluble que le sulfate, et en chauffant. On procède alors à la réduction.

» Dans le cas où l'on emploierait une trop forte quantité de gaz sulfureux, AzI peut avoir une teinte légèrement grise due à un dépôt d'argent pulvérulent par réduction de Ag^2SO^4. En traitant à *chaud* cet iodure, soit dans le vase où il a été précipité, le liquide une fois filtré, soit sur le filtre, par de l'acide nitrique (36° Bé) étendu de 3^{vol} d'eau, on enlève cet argent et l'iodure reste pur. Il suffit alors de laver, sécher et peser.

» Nos essais ont porté sur six composés très dissemblables :

Produit analysé.	Poids mis en œuvre.	AgI calculé.	AgI trouvé.	Différence pour 100.
Iodoforme : CHI^3	0g,2508	0g,4487	0g,4476	−0,24
Iodure d'éthylène : $C^2H^4I^2$	0,2278	0,3796	0,3814	+0,47
Pyrrol tétraiodé : $C^4I^4.AzH$	0,2137	0,3518	0,3533	+0,42
Aniline diiodée (3.4) : $C^6H^3I^2.AzH^2$	0,2184	0,2975	0,2963	−0,40
o-iodophénol : $C^6H^4I.OH$	0,2957	0,3158	0,3173	+0,47
Éther benzoïque de phénol triiodé : $C^6H^5.CO^2.C^6H^2I^3$	0,2883	0,3528	0,3519	−0,25

» Ces trois derniers corps, que nous devons à l'obligeance de M. Brenans, font partie de la série de composés iodés très intéressants qu'il a fait connaître. Pour cinq de ces corps, l'attaque ne commence qu'en chauffant; seul, l'*o*-iodophénol s'oxyde déjà à froid. »

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 1219.

(2) De nombreux Traités indiquent le chromate d'argent comme très soluble dans les acides; il l'est au contraire fort peu et ne le devient qu'en présence ou par addition d'un sel ammoniacal.

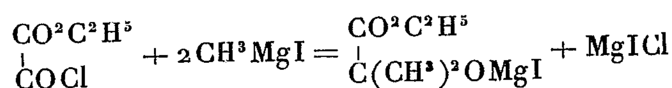
CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'éthyloxalyle sur les combinaisons organomagnésiennes mixtes.* Note de M. V. **Grignard**, présentée par M. H. Moissan.

« Pour continuer l'étude de l'action des combinaisons organomagnésiennes sur les composés organiques à fonction complexe, en même temps que pour compléter la méthode de synthèse d'acides alcools tertiaires que j'ai fait récemment connaître ([1]), je me suis adressé au terme le plus simple et le plus accessible des chlorures éthers d'acides bibasiques, au chlorure d'éthyloxalyle.

» Il était à prévoir que la fonction chlorure d'acide réagirait la première et dans le même sens que lorsqu'elle est seule, c'est-à-dire en conduisant à un groupement alcool tertiaire, comme nous l'avons montré, M. Tissier et moi ([2]). Cette étude ne saurait d'ailleurs présenter d'intérêt qu'à cette condition, la réaction complète sur les deux groupements fonctionnels ne pouvant conduire qu'à des α-glycols bitertiaires dont la synthèse est certainement plus avantageuse au départ de l'oxalate d'éthyle ([3]).

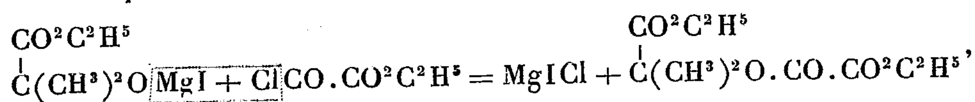
» Dans l'espoir de faciliter ce processus réactionnel, j'ai donc procédé d'abord comme dans le cas des éthers d'acides cétoniques, en faisant tomber le composé organomagnésien dans le chlorure d'éthyloxalyle. Mais il se produit ici une réaction secondaire inattendue.

» La première phase se réalise d'abord normalement en donnant avec CH^3MgI, par exemple :



$$\begin{matrix} CO^2C^2H^5 \\ | \\ COCl \end{matrix} + 2CH^3MgI = \begin{matrix} CO^2C^2H^5 \\ | \\ C(CH^3)^2OMgI \end{matrix} + MgICl$$

puis le chlorure d'éthyloxalyle, qui se trouve en excès, réagit sur cette combinaison, comme chlorure d'acide, en éthérifiant la fonction alcool qui vient de prendre naissance, de la manière suivante :



$$\begin{matrix} CO^2C^2H^5 \\ | \\ C(CH^3)^2O\boxed{MgI + Cl}CO.CO^2C^2H^5 \end{matrix} = MgICl + \begin{matrix} CO^2C^2H^5 \\ | \\ C(CH^3)^2O.CO.CO^2C^2H^5, \end{matrix}$$

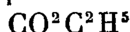
([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 627; *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVII, p. 548.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 683.

([3]) Valeur, *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 833.

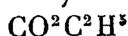
c'est-à-dire qu'on obtient finalement comme produit principal de la réaction, à côté d'un peu de l'éther glycolique disubstitué prévu par la théorie, un oxalate mixte d'éthyle et de cet éther glycolique.

» J'ai préparé de la sorte les deux combinaisons suivantes :



$$\overset{\displaystyle CO^2C^2H^5}{\overset{|}{}}$$

» $(CH^3)^2C.O.CO.CO^2C^2H^5$, liquide mobile, d'odeur faible, bouillant à 246°-248° sous 750^{mm} et à 128°-129° sous 13^{mm};



$$\overset{\displaystyle CO^2C^2H^5}{\overset{|}{}}$$

» $(C^2H^5)^2C.O.CO.CO^2C^2H^5$, liquide mobile, légèrement odorant, qui bout à 143°-144° sous 13^{mm}.

» Ces oxalates mixtes sont d'ailleurs peu stables, ils présentent toujours une réaction acide et ils se saponifient très facilement, soit par ébullition avec une solution diluée de carbonate de sodium, soit par chauffage à 125° avec de l'eau sous pression. On arrive ainsi à isoler aisément l'éthanol, l'acide oxalique et l'α-oxyacide (dont une partie se retrouve encore à l'état d'éther éthylique), ce qui permet d'affirmer leur constitution.

» La réaction que nous venons d'étudier absorbant en pure perte près de la moitié du chlorure d'éthyloxalyle, il m'a paru avantageux de renverser ici le mode opératoire, c'est-à-dire de faire tomber le chlorure-éther (1^{mol}) dans la combinaison magnésienne (2^{mol}). Et, en effet, en refroidissant dans la glace, la réaction ne paraît se porter que sur le groupement — COCl.

» J'ai reproduit ainsi les acides diméthyl-, diéthyl-, diisoamyl- et diphénylglycolique. Enfin, avec le paratolylbromure de magnésium, j'ai obtenu l'acide diparatolylglycolique $(p.CH^3C^6H^4)^2C(OH)CO^2H$, soluble dans tous les dissolvants neutres, sauf la ligroïne légère, et qui cristallise dans l'eau en fines aiguilles anhydres fusibles à 131°-132°.

» La réaction paraît donc se prêter, d'une façon générale, à la synthèse des acides glycoliques disubstitués symétriques, et elle s'appliquerait vraisemblablement de la même manière aux autres chlorures-éthers d'acides bibasiques.

» Les rendements sont de 35 à 40 pour 100 dans la série grasse, un peu plus faibles dans la série aromatique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des bases alcalino-terreuses sur les sels alcalino-terreux des acides pyrogallol-sulfoniques.* Note de M. MARCEL DELAGE, présentée par M. A. Ditte.

« Dans une précédente Communication (¹) nous avons exposé les circonstances de la formation et les propriétés générales des substances colorées obtenues par l'action des bases alcalino-terreuses, baryte, strontiane et chaux, sur les sels de baryum, strontium et calcium, des acides pyrogallol mono- et disulfoniques. Les corps ainsi obtenus sont des dérivés d'oxydation des composés résultant du remplacement, par un métal alcalino-terreux, de l'hydrogène de deux groupes phénoliques des pyrogallol-sulfonates alcalino-terreux.

» Nous nous proposons de décrire dans la présente Note les six substances auxquelles donne naissance la réaction d'une base alcalino-terreuse sur un sulfonate du même métal. Les composés mixtes, contenant dans leur molécule deux métaux alcalino-terreux différents, prennent naissance dans les mêmes conditions que les composés homogènes, mais leur étude présenterait peu d'intérêt. Nous avons traité dans une Note précédente de la nomenclature de ces substances.

» I. Si l'on mélange graduellement de l'eau de chaux à une solution aqueuse de pyrogallol-monosulfonate de calcium, en agitant vivement à l'air, la solution se colore peu à peu et arrive à prendre une teinte lie-de-vin foncée sans former de précipité. L'addition de 2^{vol} à 3^{vol} d'alcool ne provoque pas davantage de trouble dans la liqueur et il faut ajouter encore 2^{vol} d'éther pour précipiter dans le liquide des flocons d'un bleu superbe. On laisse déposer, on décante, on filtre rapidement à la trompe, on lave à l'éther et l'on sèche rapidement à l'étuve vers 60°. On obtient ainsi le dérivé d'oxydation du pyrogallol-monosulfonate tricalcique sous forme d'une poudre d'un bleu très foncé, assez soluble dans l'eau en un liquide qui brunit lentement à l'air, peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther. La solution aqueuse ne s'altère pas à l'ébullition; elle est soluble dans les acides en un liquide jaune et décolorée par l'acide carbonique. Pour obtenir un produit pur, sans mélange avec les composants et point trop altéré par oxydation et carbonatation au contact de l'air, il est nécessaire de mélanger les solutions des composants, molécule à molécule. C'est ainsi que l'on a opéré pour la préparation des substances colorées décrites ci-après.

» Les cinq autres composés présentent un mode de préparation et des propriétés ana-

(¹) Voyez *Comptes rendus*, 6 avril 1903.

logues, à cette différence près qu'étant insolubles dans l'alcool, l'addition de 2^{vol} à 3^{vol} de ce dernier au mélange équimoléculaire des solutions composantes, agité à l'air, suffit à précipiter la substance colorée. Leur solubilité dans l'eau est variable. Nous les passerons rapidement en revue pour indiquer les particularités de la réaction et la couleur des composés obtenus.

» II. L'addition d'eau de chaux à la solution de pyrogallol-disulfonate de calcium donne une solution qui prend, par agitation à l'air, une coloration lie-de-vin. Le précipité par l'alcool du mélange équimoléculaire est violet. Le produit d'oxydation du pyrogallol-disulfonate tétracalcique en est une poudre bleu violacé foncé, soluble dans l'eau en un liquide violet qui brunit à l'air.

» III. L'addition de doses croissantes d'eau de strontiane, au monosulfonate de strontium au contact de l'air, provoque l'apparition de teintes successives, vert, bleu, violet, violet trouble, violet limpide, brun et jaune. Le produit d'oxydation du pyrogallol-monosulfonate tristrontique sec et violet est presque insoluble dans l'eau.

» IV. L'addition graduelle d'eau de strontiane au pyrogallol-disulfonate de strontium à l'air donne une solution qui passe successivement du jaune au vert émeraude, au bleu céleste, au bleu violacé, puis au violet accompagné d'un trouble, enfin au rouge violacé limpide, au jaune verdâtre et au jaune. Ces teintes peuvent se conserver longtemps en flacon rempli et bien bouché; mais à l'air, une teinte donnée passe successivement par les teintes suivantes. Le produit d'oxydation du pyrogallol-disulfonate tétrastrontique sec est une poudre d'un bleu assez clair, presque insoluble dans l'eau.

» V. L'addition d'eau de baryte au pyrogallol-monosulfonate de baryum au contact de l'air provoque aussitôt la formation d'un beau précipité violet. Le dérivé d'oxydation du pyrogallol-monosulfonate tribarytique sec est une poudre bleu violacé insoluble dans l'eau.

» VI. L'addition d'eau de baryte au pyrogallol-disulfonate de baryum à l'air donne immédiatement un beau précipité bleu. Le dérivé d'oxydation du pyrogallol-disulfonate tétrabarytique est une poudre bleu foncé complètement insoluble dans l'eau.

» *Corrections et causes d'erreur dans les analyses.* — Il est rare de partir, pour la préparation de ces composés, d'un sulfonate absolument pur. La molécule de ce dernier entrant intégralement dans la molécule du corps coloré, il en résulte que les écarts entre la composition réelle et la composition théorique du sel employé auront leur répercussion sur les chiffres d'analyse de la substance engendrée. A côté des résultats analytiques trouvés, je donne, sous le nom de *résultats corrigés,* les chiffres d'analyse auxquels j'ai fait subir une correction et qui représentent ce qu'on aurait obtenu analytiquement pour la matière colorée, si l'on était parti de sulfonates répondant à la composition théorique. Il est facile de vérifier que cette correction est représentée par $a\frac{M}{M'}$, a représentant l'écart entre le chiffre théorique et le chiffre trouvé à l'analyse pour le soufre ou pour la base dans le pyrogallol-sulfonate employé, M le poids moléculaire de celui-ci et M' le poids moléculaire du corps coloré.

» Nous donnons, pour les six substances préparées, les chiffres de l'analyse qui représente le mieux la moyenne de toutes les analyses effectuées sur un même corps.

Numéro du composé.	Ba, Sr, Ca. Trouvé.	Corrigé.	Théorie.	Soufre. Trouvé.	Corrigé.	Théorie.
I......	21,15	21,19	21,58	11,42	11,53	11,51
II.....	20,13	20,80	21,16	15,39	16,48	16,93
III....	35,68	36,29	37,57	8,30	8,67	9,16
IV....	36,24	36,92	37,07	12,53	12,88	13,55
V.....	48,89	48,89	48,52	6,43	6,79	7,55
VI....	47,78	48,69	47,98	8,61	10,07	11,20

» L'inspection des résultats d'analyse montre que les chiffres obtenus sont généralement un peu faibles pour le soufre. La différence s'accroît quand on passe des composés calciques aux composés barytiques.

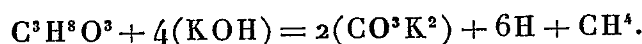
» Le chiffre trouvé pour le métal est un peu faible pour les premiers et un peu fort pour les derniers. Ces divergences s'expliquent par ce fait que les corps colorés s'altèrent lentement tant qu'ils sont exposés à l'air à l'état humide. Ils sont toujours un peu plus oxydés que ne l'indique la formule et en outre ils absorbent rapidement l'acide carbonique de l'air. Ils sont tous plus ou moins carbonatés et font effervescence avec les acides. Ces réactions sont d'autant plus actives que l'on passe de la chaux à la baryte. Les erreurs dues à ces causes deviennent considérables si l'on opère lentement ou bien sans ajouter d'alcool, surtout en présence d'un excès de base. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveau procédé de dosage de la glycérine.* Note de M. A. Buisine.

» J'ai montré précédemment que l'hydrate de potassium, mélangé à de la chaux potassée, agissait sur la glycérine en donnant : à 250°, de l'acétate de potassium, du formiate de potassium et de l'hydrogène; à 280°, de l'acétate de potassium, de l'oxalate de potassium et de l'hydrogène; à 320°, de l'acétate de potassium, du carbonate de potassium et de l'hydrogène; dans ce dernier cas, 725 cm³ d'hydrogène pour 1g de glycérine.

» Si l'on élève encore la température, l'acétate de potassium est décomposé à son tour en méthane et carbonate de potassium; cette réaction a lieu à 350°.

» A 350° la réaction de la chaux potassée sur la glycérine peut se formuler ainsi :



$$C^3H^8O^3 + 4(KOH) = 2(CO^3K^2) + 6H + CH^4.$$

On obtient dans ces conditions 725cm³ d'hydrogène et 242cm³ de méthane, soit au total 967cm³ de gaz à 0° et 760mm pour 1g de glycérine.

» Cette réaction peut être appliquée au dosage de la glycérine par la mesure du volume gazeux obtenu.

» Voici comment il convient d'opérer. On pèse 0g,2 à 0g,5 de la glycérine à essayer, qu'on mélange avec 4g à 5g d'hydrate de potassium pulvérisé, puis avec 15g à 20g de chaux potassée en poudre. Pour cela, on fait tomber la glycérine d'un compte-gouttes taré sur la potasse placée dans un mortier, et l'on mélange intimement, puis on ajoute la chaux potassée. Le tout est introduit dans un petit ballon qui est mis en communication avec le réservoir à gaz de notre appareil. On chauffe le ballon au bain de mercure jusqu'à 350°. La réaction s'établit; on la suit par le dégagement gazeux, qui s'arrête au bout d'une heure environ. On mesure le gaz obtenu; de son volume on déduit la richesse du produit, 967cm³ correspondant à 1g de glycérine.

» Nous donnons ci-dessous les résultats obtenus avec quatre échantillons de glycérine, comparativement à ceux qu'a fournis le procédé de dosage à la triacétine :

	Procédé à la	
	triacétine.	chaux potassée.
Glycérine cristallisable	99,48 pour 100	99,85 pour 100
Glycérine blonde..............	98,14	98,80
Glycérine de stéarinerie à 28°.....	89,10	89,62
Glycérine de savonnerie..........	67,32	68,24

» La méthode est d'une application très facile avec l'appareil que nous avons décrit; elle n'exige qu'une très petite quantité de matière; elle est en outre très rapide; enfin, elle est d'une très grande sensibilité, puisque 1g de glycérine dégage 967cm³ de gaz. »

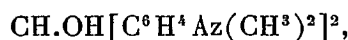
CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche du plomb et du manganèse.* Note de M. A. Trillat, présentée par M. Armand Gautier.

« La base tétraméthylée du diphénylméthane :



$$CH^2[C^6H^4Az(CH^3)^2]^2$$

donne en solution acétique, par suite de la formation de l'hydrol correspondant :



$$CH.OH[C^6H^4Az(CH^3)^2]^2,$$

une magnifique coloration bleue stable à chaud avec certains bioxydes métalliques (plomb, manganèse et cuivre). L'application de cette réaction, étant donnée sa sensibilité pour les deux premiers métaux à l'exclusion des autres, peut rendre des services dans certaines circonstances où l'on a à rechercher ces métaux et je crois utile de la faire connaître (1).

» *Préparation du réactif.* — On chauffe au bain-marie, pendant une heure, un mélange composé de 30g de diméthylaniline pure, 10g de formaldéhyde et 200cm³ d'eau

(1) Les leucobases du triphénylméthane, d'après mes essais, conviennent moins bien.

acidulée par 10g d'acide sulfurique. Après refroidissement, on alcalinise avec un grand excès de soude et l'on chasse l'excès de diméthylaniline en faisant passer pendant dix minutes un violent courant de vapeur d'eau dans la solution jusqu'à parfait enlèvement des dernières traces de l'amine. Le liquide du ballon refroidi laisse déposer une masse cristalline qu'il suffit de faire recristalliser une fois dans l'alcool pour purifier complétement. Ce procédé donne facilement 15g à 20g de base.

» Pour préparer le réactif à employer, on dissout 5g de la base tétraméthylée dans 100$^{cm^3}$ d'eau distillée additionnée de 10$^{cm^3}$ d'acide acétique pur. On le conserve dans un flacon bouché et à l'abri de la lumière. Le liquide ne doit pas être teinté en bleu ni fournir cette coloration par ébullition. La réaction doit avoir lieu en milieu acide (acide acétique) à l'exclusion d'acides minéraux, même à l'état de traces [1].

» *Recherche du plomb et application.* — Le réactif ainsi préparé décèle le bioxyde de plomb à une dose de $\frac{1}{3000000}$; les sels de plomb ne donnent aucune coloration, excepté ceux qui peuvent régénérer le bioxyde. Il est donc nécessaire de mettre le métal sous cette forme; on y arrive facilement en l'oxydant par un hypochlorite alcalin.

» On fait la cendre de la substance à analyser, après addition d'acide sulfurique ou d'un sulfate, de manière à obtenir le métal sous forme de sulfate. Le résidu sec, placé dans une petite capsule, est directement traité à chaud par une solution d'hypochlorite de soude (pour 0g,01 de résidu, j'emploie 2 gouttes d'une solution saturée d'hypochlorite de soude). On enlève soigneusement le chlore ou on le chasse soit par lavage, soit par calcination, et l'on ajoute directement le réactif sur le résidu dans la capsule, ou dans un tube à essai s'il s'agit de faire une évaluation colorimétrique avec une eau contenant en suspension une quantité déterminée de PbO^2.

» Comme application, j'ai pu déceler la présence du plomb dans de l'eau de source ayant suivi une canalisation de plomb alors que les méthodes usuelles donnaient un résultat négatif. Le plomb se retrouve facilement dans une eau de pluie mise en contact 48 heures avec du plomb en grenaille. En faisant passer un courant d'air dans une cloche dont les parois étaient fraîchement badigeonnées de peinture à la céruse, je n'ai pu constater le moindre entraînement, alors que l'air aspiré dans une salle où l'on broie du carbonate de plomb non décelable par les autres réactifs fournit très nettement la réaction colorée.

» Le foie, l'estomac, le sang et l'urine d'un lapin ayant absorbé 0g,15 d'acétate de plomb ont fourni encore la coloration caractéristique.

» Il y a lieu, dans certains cas, de s'assurer de l'absence du manganèse;

---

(1) Le chlore à l'état libre donnant une coloration, il est nécessaire de s'assurer qu'il n'en existe pas au moment où l'on fait la réaction. Par suite de sa grande sensibilité, il est prudent de s'entourer toujours d'un contrôle. Je fais en outre remarquer que la soude et la potasse du commerce contiennent très souvent des traces de bioxyde de plomb et de manganèse.

pour séparer ce métal, il suffit de laver la cendre après la formation des sulfates.

» *Recherche du manganèse et application.* — La recherche du manganèse est très simple. Il suffit de faire la cendre de la substance préalablement alcalinisée avec de la soude pure : il y a formation de bioxyde, contrairement à ce qui se passe pour le plomb, dont la transformation en peroxyde, dans les mêmes conditions, exige la présence du chlore.

» La cendre obtenue est placée dans un tube à essai, additionnée du réactif et d'un peu d'eau distillée acidulée par l'acide acétique. Il se manifeste à l'ébullition une coloration bleue intense, disparaissant à froid et reparaissant par un nouveau chauffage. Il est utile de s'assurer de l'absence de cuivre dont le bioxyde peut donner, quoique beaucoup plus difficilement, une coloration bleue.

» La recherche des traces de manganèse est utile en Chimie biologique : on a signalé, comme on le sait, la présence de ce métal dans un grand nombre de substances végétales ; le dérivé tétraméthylé permet de le reconnaître dans la plupart des cas avec une sensibilité très grande. Comme exemple, je signalerai que j'ai obtenu la coloration bleue avec $0^{g},01$ de cendres des végétaux suivants ou de leurs extraits : pommes de terre, betteraves, racines de dahlia, légumineuses diverses ; extrait de chêne, de châtaignier, etc. La cendre de la laccase et celle de l'extrait de russule donnent la réaction avec une grande intensité (1).

» En résumé, les faits que je viens de rapporter suffisent pour établir que l'emploi de la base tétraméthylée du diphénylméthane comme réactif, bien que s'appliquant à la recherche de deux ou trois métaux, peut être utile dans certains cas déterminés. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la physiologie comparée des deux reins.* Note de M. J. **Albarran** (2), présentée par M. Guyon.

« Les expériences de Bardier et Frenkel sur les chiens semblent établir que dans l'unité de temps les deux reins sécrètent des quantités semblables

(1) Ces résultats démontrent que le manganèse se trouve à l'état de bioxyde dans la cendre du végétal ou de son extrait, mais on ne peut pas en conclure qu'il existe à cet état dans le produit frais, car l'oxydation du manganèse pourrait se produire au cours de l'incinération, sous l'influence de l'alcalinité de la cendre. Cependant, dans certains cas (je citerai, par exemple, celui d'un extrait de russules, *Russula delica*), j'ai pu constater l'oxydation de la base tétraméthylée, ce qui semblerait indiquer que le manganèse s'y trouve à l'état de combinaison peroxydée. Cette hypothèse fait l'objet d'une étude actuellement en cours.

(2) En collaboration, pour la partie chimique, avec M. Debains.

d'urine. Les recherches de Casper et Richter et celles de Strauss sur l'homme confirment cette donnée et ajoutent que la composition des deux urines droite et gauche est semblable.

» J'ai fait des recherches sur 11 chiens, dont les urines ont été recueillies par cathétérisme uretéral double pendant un temps variable de 2 à 12 heures : toujours j'ai vérifié qu'il n'y avait pas de rétention d'urine au-dessus des sondes, et j'ai constaté que les reins étaient sains. J'ai fait en outre des recherches sur 18 femmes et 2 hommes dont les reins étaient normaux, par le cathétérisme uretéral double et simultané, ou d'un seul côté en contrôlant dans chaque cas le parfait fonctionnement des sondes : la durée des expériences chez l'homme a varié de une demi-heure à 2 heures; toujours les urines des deux reins ont été recueillies rigoureusement pendant le même temps.

» Les résultats obtenus chez l'homme et chez le chien sont semblables; on peut les résumer ainsi.

» Quantité d'urine. — *Chez le chien,* sur onze expériences, deux fois la quantité d'urine des deux reins était égale. Dans les autres cas, elle varie habituellement en 2 heures de 5 à 7 pour 100; la différence peut aller jusqu'à 20 et 30 pour 100 avec des reins sensiblement égaux en volume et jusqu'à 45 pour 100 lorsqu'un rein est congénitalement beaucoup plus petit. Lorsque l'expérience se prolonge pendant plusieurs heures, les quantités d'urine tendent à s'égaliser et l'on doit noter que ce n'est pas toujours le même rein qui donne le plus d'urine; il n'existe pas, d'ailleurs, d'alternance régulière entre les deux reins.

» *Chez l'homme,* sur trente mensurations : deux fois la même quantité de chaque côté, dix fois une variation ne dépassant pas 10 pour 100, dix fois un écart de 10 à 20 pour 100, huit fois un écart de 20 à 40 pour 100.

» Ces chiffres se rapportent à des urines recueillies pendant un quart d'heure ou une demi-heure. En recueillant les urines pendant plus longtemps, on voit, d'une manière presque constante, la différence s'atténuer. Le plus souvent, dans la seconde moitié de l'expérience, le rein qui donnait au début moins d'urine en fournit davantage mais reste quand même au-dessous de l'autre; parfois les deux quantités deviennent égales et il n'est pas rare que, par une véritable inversion, le rein qui, au début, sécrétait moins d'urine, en donne ensuite davantage (cinq observations).

» En réunissant toute l'urine pendant trois quarts d'heure, l'écart peut aller à 15 pour 100; en 1 heure, il a été de 10 pour 100.

» Proportion d'urée par litre. — *Chez le chien,* en recueillant les urines pendant 2 heures, une seule fois la proportion d'urée des deux urines a été semblable; habituellement elle varie d'un rein à l'autre de 1g,50 à plus de 4g et peut aller à plus de 7g.

» *Chez l'homme,* sur 40 examens (de 15 à 30 minutes) :

2 fois	égalité.			
18 »	écart de	0g,10	à	0g,50
9 »	»	0,50	à	1
4 »	»	1	à	2
4 »	»	2	à	4
3 »	»	4	à	6,45

» Aussi bien chez le chien que chez l'homme l'écart dans le pourcentage d'urée s'atténue lorque l'expérience se prolonge; cela est de règle lorsque l'écart des deux urines dépasse 1g d'urée par litre. Le plus souvent un rein donne tantôt plus, tantôt moins d'urée que l'autre, sans alternance régulière, sauf exception.

» Quantité réelle d'urée sécrétée par chaque rein dans l'unité de temps. — Si l'on détermine par pesée la quantité d'urée contenue dans chaque urine on remarque dans la majorité des cas (19 sur 25 chez l'homme) que les différences entre les deux reins sont moindres que lorsqu'on compare la teneur en urée au litre des deux urines.

» A un moment quelconque de l'expérience on voit habituellement que le rein qui donne le plus d'urine a une moindre quantité d'urée par litre. Lorsque l'expérience se prolonge, l'écart dans la quantité d'urée réellement sécrétée par chaque rein est d'autant moindre qu'on considère un plus long espace de temps.

» Chlorure de sodium. — Chez l'homme et chez le chien, l'élimination des chlorures suit habituellement celle de l'urée sans qu'il y ait parallélisme parfait.

» Chez le chien, la différence de teneur en chlorures par litre est habituellement moindre de 1g.

» Chez l'homme, sur 35 examens :

3 fois	égalité.	
19 »	écart de	0g,10 à 0g,50
5 »	»	0,50 à 1
3 »	»	1 à 2
5 »	»	2 à 5

» Comme pour l'urée, on voit d'habitude l'urine la plus abondante être moins riche en chlorures.

» Acide phosphorique. — Les différences entre les deux reins sont ici moins accentuées; elles suivent d'une manière générale, mais non avec une exactitude absolue, celles de l'urée. Chez le chien, en 2 heures l'écart d'un rein à l'autre a varié de 1cg à 5cg par litre; chez l'homme, sur 10 examens, 3 fois il y a eu égalité entre les deux reins; dans les autres cas, l'écart a varié de 10cg à 40cg par litre.

» Cryoscopie. — L'écart du point Δ entre les deux reins est habituellement moindre de $\frac{10}{100}$ de degré; je l'ai vu s'élever à $\frac{15}{100}$ dans un cas.

» Nous pouvons conclure de ces recherches :

» 1° Dans l'unité de temps, les deux reins sécrètent des quantités d'urine différentes ayant une composition dissemblable.

» 2° Lorsqu'on compare les urines des deux reins pendant une demiheure, l'écart dans la quantité sécrétée dépasse 10 pour 100 dans la moitié des cas et peut atteindre 40 pour 100. Pour l'urée, la différence de concentration par litre dépasse 1g dans un quart des cas et peut atteindre 6g,50. Dans le tiers des cas, la différence des chlorures dépasse 50cg par litre et

peut atteindre 5g. L'écart du point Δ habituellement moindre que 10 centièmes de degré peut arriver à 15 centièmes.

» 3° La différence entre les deux reins s'atténue en proportion directe du temps écoulé.

» 4° Il existe une *loi de compensation* d'après laquelle le rein qui fournit le plus d'urine sécrète un liquide moins concentré. La compensation est habituellement imparfaite dans l'unité de temps.

» 5° Pour apprécier avec un certain degré d'exactitude la valeur physiologique des deux reins, il est nécessaire de recueillir les urines séparées des deux glandes pendant au moins 2 heures. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur un point de l'Anatomie de quelques Hexacoralliaires.* Note de M. Arm. Krempf, présentée par M. Yves Delage.

« En étudiant un matériel de coraux provenant de la mer Rouge, mon attention a été attirée sur une particularité d'organisation assez inattendue, présentée par quelques Apores du groupe des *Oculininæ* et des *Pœciloporinæ*. Je l'ai trouvée d'une façon constante chez les sept représentants de ces familles que j'avais à ma disposition : 1 *Seriatopora*, 4 *Stylophora*, 2 *Pœcilopora*.

» Elle ne porte, dans les colonies de chacune des espèces de ces trois genres, que sur un certain nombre d'individus : ce nombre varie de 25 pour 100 à 35 pour 100 suivant les espèces et aussi suivant les régions de la colonie considérées.

» Voici en quoi elle consiste :

» 1° Chez *Seriatopora*. — A l'état de complet développement, c'est un volumineux cordon plein (dimensions moyennes : longueur 650$^{\mu}$, diamètre 550$^{\mu}$) qui s'insère au plafond de la loge directrice ventrale et descend entre ses deux cloisons dans la cavité du corps de l'animal qu'il envahit presque totalement.

» Il est formé de cellules endodermiques hypertrophiées (dimensions : hauteur 180$^{\mu}$ à 200$^{\mu}$, diamètre 8$^{\mu}$ à 10$^{\mu}$) à membrane épaissie et résistante, à contenu finement granuleux, colorable en vert par l'hémalun, à petit noyau, et d'un prolongement de la mésoglée du disque buccal, qui l'accompagne dans toute sa longueur, lui constituant ainsi une sorte d'axe squelettique.

» Quelques zooxanthelles sont disséminées dans l'endoderme.

» Lorsque cet organe fait son apparition, c'est à la place précédemment indiquée, sous la forme d'une simple papille du feuillet endodermique, dont les éléments prennent rapidement leurs caractères spéciaux et dans laquelle pénètre un bourgeon court et trapu de mésoglée.

» 2° Chez *Stylophora*. — Mêmes dispositions générales; mais on constate ici que la tige squelettique centrale de mésoglée est perforée par un court canal axial, d'une longueur variant de 50^{μ} à 100^{μ}, tapissé d'ectoderme, se terminant en cul-de-sac dans la profondeur et s'ouvrant au contraire largement à l'extérieur. L'ectoderme de ce canal se continue directement avec celui du disque buccal.

» 3° Chez *Pœcilopora*. — Avec une structure semblable à celle du *Seriatopora*, le nombre des cordons s'élève à trois par individu; ils sont contigus : le médian occupe la loge directrice ventrale, les deux latéraux sont dans les deux interloges immédiatement voisines.

» Les individus porteurs de cet organe singulier ne sont pas disposés au hasard à la surface de leur colonie : un ordre remarquable préside à leur distribution.

» 1° Chez *Seriatopora* ils sont groupés trois par trois suivant une ligne sensiblement parallèle à l'axe du rameau colonial et de telle façon que l'individu le plus voisin de son extrémité en voie de croissance présente son organe à un état de développement moins avancé que celui qui le suit, lequel est à son tour en retard sur le troisième et dernier individu qui termine la série.

» 2° Chez *Stylophora* ils sont par couples qui se répartissent en deux catégories différant l'une de l'autre dans leur position par rapport à l'axe de la colonie : les lignes droites qui réuniraient chacun de ces groupes de deux, prolongées, se couperaient suivant un angle dont la bissectrice serait une génératrice du cylindre que réalise chaque rameau de la colonie.

» 3° Chez *Pœcilopora*, leur répartition est très confuse et j'ai échoué en cherchant à la ramener à une règle générale.

» J'ai pu établir la signification morphologique de cette production en suivant ses connexions avec les organes voisins à l'aide de coupes sériées. C'est un tentacule invaginé, considérablement modifié dans son volume (16 fois en moyenne celui d'un tentacule normal) et dans sa structure, ainsi qu'on a pu en juger. Je base cette homologie sur les indications suivantes :

» 1° Tous les polypes atteints par cette modification ont un nombre de tentacules inférieur d'une unité à la normale chez *Seriatopora* et *Stylophora*, de trois unités chez *Pœcilopora* : ces chiffres représentent précisément dans ces trois genres le nombre de cordons que l'on rencontre par individu.

» 2° Le ou les tentacules disparus du disque buccal créent entre les éléments de la couronne tentaculaire une solution de continuité très nette qui correspond toujours dans la cavité gastro-vasculaire à l'organe unique décrit, chez *Seriatopora* et *Stylophora*, aux trois organes chez *Pœcilopora*.

» 3° Cet espace resté libre représente exactement l'étendue qu'occuperait un tentacule loculaire normal chez *Seriatopora* et *Stylophora*; un loculaire, deux interloculaires chez *Pœcilopora*.

» 4° C'est au centre de cet espace que débouche à l'extérieur, par un orifice en entonnoir, l'invagination ectodermique constituant le petit canal que nous avons signalé plus haut chez *Stylophora*.

» Quel est le sort ultérieur de cet organe? Quelle est sa fonction dans la physiologie de l'individu et de la colonie? Bien que je n'aie pu réussir à me faire sur ces points une opinion satisfaisante, j'espère pouvoir arriver à les définir.

» Je me bornerai pour le moment à faire remarquer qu'il existe, au point de vue de la structure histologique et de certaines réactions histochimiques (en particulier virage de l'hémalun au vert), une analogie constante et à peu près complète entre l'endoderme du tentacule invaginé et une lame de tissu fort épaisse (140^{μ}) qui tapisse les parois de la région profonde des refoulements columellaires et septaux.

» Ce rapprochement pourra peut-être fournir d'utiles indications pour la solution de la partie la plus intéressante du problème posé par l'existence de cet organe, la recherche et la mise en lumière de son rôle biologique. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une cause de variations des faunes fossiles.* Note de M. **H. Douvillé**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les géologues ont été frappés depuis longtemps des variations souvent considérables que présente le développement de certains groupes d'animaux fossiles. Ainsi les Ammonites, extraordinairement nombreuses et variées dans le Trias, sont à peine représentés dans l'Infralias, se développent de nouveau dans le Jurassique, se transforment dans le Crétacé et disparaissent définitivement avant la fin de cette période.

» Les Rudistes présentent aussi des variations considérables; ils étaient étroitement liés à une zone de mers chaudes que nous avons désignée sous le nom de *Mésogée*, et dont les déplacements sont en relation avec les modifications de la température. On a cherché à expliquer celles-ci par de simples changements dans les courants, mais souvent elles affectent des régions étendues et doivent alors être attribuées à des causes d'un caractère général.

» Le bassin de Paris occupe à ce point de vue une situation privilégiée : d'un côté il communiquait par la basse Loire et la Manche avec la Mésogée, de l'autre par la Belgique avec les mers du Nord. Il est bien certain que tout refroidissement du climat devait favoriser la pénétration

dans ce bassin des faunes boréales, et ces modifications portaient essentiellement sur les faunes côtières, puisque les couches profondes sont toujours froides, au moins dans les mers ouvertes vers les régions polaires.

» Les Rudistes étaient accompagnés par plusieurs groupes de Foraminifères, tels que les *Orbitoïdes* et certains *Orbitolites* qui ont disparu en même temps qu'eux, vers la fin de la Craie, mais ont reparu dans le Tertiaire et nous montrent ainsi comment la Mésogée s'est transformée et est devenue de nos jours la zone tropicale avec ses récifs de coraux; elle a toujours conservé ainsi son même caractère de mer chaude.

» En étudiant les Orbitoïdes, nous avons été frappé de voir qu'ils se divisent en trois groupes distincts : *Orbitoïdes* (s. str.) dordoniens, *Orthophragmina* éocènes, *Lepidocyclina* aquitaniens. Ces groupes sont nettement différents, parce qu'ils sont séparés par des lacunes, la première correspondant au Danien et au Thanétien, et la seconde à l'Oligocène inférieur, pendant lesquels les Orbitoïdes ont complètement disparu. A la fin du Crétacé, ont disparu avec eux les Ammonites, les Rudistes, les Nérinées, c'est-à-dire tous les types mésogéens, habitant les mers chaudes; tout semble donc indiquer que cette disparition correspond à un refroidissement notable de la température, et cette manière de voir est confirmée par le fait que la faune thanétienne a un caractère nettement boréal, comme l'a bien fait voir M. Munier-Chalmas.

» Par contre, la faune dordonienne était une faune manifestement chaude; on voit la faune à *Orbitoïdes* se montrer d'abord à Royan, remonter dans le Dordonien moyen jusqu'à Maëstricht, et redescendre jusqu'aux Pyrénées dans le Dordonien supérieur; l'oscillation est manifeste et le recul de la Mésogée vers le sud, dans cette dernière période, indique bien le début de la période froide du Danien.

» Le climat devient plus chaud dans le bassin de Paris à l'époque de l'Yprésien, où apparaissent *les grandes Nérites*, si caractéristiques de la Mésogée, avec les *Nummulites*, et un peu plus tard les *Orbitolites;* mais la température n'est pas assez élevée pour les *Orbitoïdés* qui ne dépassent pas le bassin de l'Aquitaine. Ces divers Foraminifères atteignent leur plus grand développement dans le Lutétien, ils diminuent de taille dans le Bartonien et le Priabonien, à la suite duquel les Orbitoïdés disparaissent de nouveau. Cette seconde disparition se présente dans toute l'Europe avec les mêmes caractères; elle résulte donc d'une cause générale qui devra être, comme pour la première fois, l'approche d'une nouvelle période de refroidisse-

ment, un peu moins marquée cependant, puisque les Nummulites ont continué à vivre, mais en diminuant de grosseur.

» C'est une nouvelle invasion de la Mésogée chaude qui aurait ramené les *Lepidocyclina* de l'Aquitanien; mais ce type était déjà bien vieux comme l'indique le retour à la forme primitive, clairement marqué par la disposition des loges équatoriales; aussi il n'a qu'une durée éphémère, il est remplacé presque aussitôt par les *Miogypsina*, qui dégénèrent à leur tour, perdent leur forme circulaire, puis disparaissent définitivement.

» Les variations de température que nous venons de signaler se présentent à la fin du Crétacé et à la fin de l'Éocène, exactement dans les mêmes conditions que la période glaciaire à la fin du Pliocène. Il est facile de retrouver la trace de périodes analogues dans la série des temps géologiques: les récifs de polypiers du Bajocien et du Corallien, les Orbitolines et les Rudistes du Cénomanien, indiquent des périodes chaudes, tandis que le Callovien et le Portlandien correspondent à une invasion des faunes du nord; il en est de même à une époque plus récente pour la grande extension des couches à Congéries.

» Nous revenons ainsi à l'hypothèse des variations périodiques de la température pendant les temps géologiques; quelle qu'en soit la cause, déplacements de l'axe des pôles suivant l'hypothèse hardie de M. Marcel Bertrand, ou simples oscillations de cet axe par rapport à l'écliptique, il n'en est pas moins digne de remarque que les périodes froides correspondent précisément aux limites des étages géologiques et aux grands mouvements de l'écorce terrestre. Ainsi le soulèvement des Pyrénées et le premier grand mouvement des Alpes se sont produits pendant la période froide de l'Oligocène moyen, et le second soulèvement des Alpes pendant la période froide des couches à Congéries, à la fin du Miocène. »

M. E. de Camas adresse un travail portant pour titre : « Essai d'interprétation des lois numériques des raies spectrales, de la cristallisation et de la dispersion ».

(Commissaires : MM. Mascart, Violle.)

M. Ch. Arnaud adresse une Note intitulée : « Contributions à l'étude de la réfraction atmosphérique. Courbure de la trajectoire lumineuse dans l'air ».

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats, pour la place laissée vacante par le décès de M. *Hautefeuille* :

En première ligne	M. MUNIER-CHALMAS.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique . .	MM. BARROIS. DOUVILLÉ. LACROIX.
En troisième ligne, par ordre alphabétique. . .	MM. BOULE. HAUG. DE LAUNAY. TERMIER. WALLERANT.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 MAI 1903.
(Suite.)

Boletin mensual del Observatorio meteorologico del colegio Pio de Villa Colon; ano XIV-XV, nos 1-6. Montevideo, 1902-1903; 2 fasc. in-4°.

Monthly weather Review; vol. XXXI, n° 1; january 1903. Washington; 1 fasc. in-4°.

Mittheilungen der Erdbeben-Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien; neue Folge, n° IX: *Bericht über die Erdbeben-Beobachtungen in Lemberg während des Jahres* 1901, v. Prof. D W. LASKA; mit 2 Textfiguren. Vienne, 1902; 1 fasc. in-8°.

Sitzungsberichte der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-

naturwissenschaftliche Classe. Bd.CX, 1901 : Abtheilung I, 8-10; Abtheilung II, *b*, 10. Bd. CXI, 1902 : Abtheilung I, 1-3; Abtheilung II, *a*, 1-4; Abtheilung II, *b*, 1-3. Vienne, 1901-1902; 6 fasc. in-8°.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo; t. XVII, anno 1903, fasc. 1, 2 e 3. Palerme; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; Bulletin de janvier-février 1903. Mulhouse-Paris; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 11 mai 1903.)

Note de M. *Berthelot,* Nouvelles études sur une loi relative aux forces électromotrices développées par les actions réciproques des dissolutions salines :

Page 1117, ligne 10, *au lieu de* dans le vase poreux, *lisez :* dans l'épaisseur de la paroi du vase poreux.

Page 1118, ligne 10, *au lieu de* piles tout en étant capables, *lisez :* bien que ces piles soient capables.

Même page, ligne 17, *au lieu de* des phénomènes d'oxydation des composés dissous, *lisez :* les phénomènes d'oxydation entre les composés dissous.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MAI 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

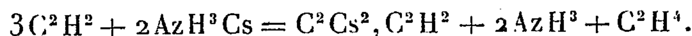
M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 1er juin sera remise au mardi 2.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acétylène sur le césium-ammonium et sur le rubidium-ammonium. Préparation et propriétés des acétylures acétyléniques* $C^2Cs^2, C^2H^2 — C^2Rb^2, C^2H^2$ *et des carbures de césium et de rubidium.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons démontré antérieurement qu'on pouvait obtenir les carbures de potassium, de sodium, de lithium et de calcium par l'action du gaz acétylène sur une solution du métal-ammonium dans l'ammoniac liquéfié. Nous n'avons eu qu'à appliquer cette méthode dont nous avons donné le détail aux *Comptes rendus* (1) pour obtenir les carbures de césium et de rubidium, et les dérivés acétyléniques de ces nouveaux composés.

» *Acétylure acétylénique de césium.* — En faisant arriver un courant de gaz acétylène sec au milieu de la solution bleue de césium-ammonium dans l'ammoniac liquéfié, l'acétylène est immédiatement absorbé. La coloration disparaît lentement et un gaz se dégage. Ce gaz est de l'éthylène, ainsi que nous nous en sommes assuré par ses propriétés et par son analyse eudiométrique.

» La réaction en poids peut être exprimée par l'égalité suivante :



$$3C^2H^2 + 2AzH^3Cs = C^2Cs^2, C^2H^2 + 2AzH^3 + C^2H^4.$$

---

(1) H. Moissan, *Action de l'acétylène sur les métaux-ammoniums* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 911).

» Cette hydrogénation de l'acétylène est donc en tous points comparable à celle que nous avons déjà mentionnée à propos de l'action de l'acétylène sur les autres métaux-ammoniums.

» Cette réaction doit être rapprochée du dégagement d'éthylène qui se produit lorsque l'on fait passer de l'acétylène dans une solution de sulfate de protoxyde de chrome, hydrogénation indiquée par M. Berthelot.

» Le composé blanc cristallin qui s'est formé dans notre réaction est soluble dans l'ammoniac liquide. On obtient ainsi un corps parfaitement défini répondant à la formule C^2Cs^2, C^2H^2 et qui est comparable aux composés du potassium et du sodium que nous avons préparés à l'état de pureté et dont l'existence a été indiquée pour la première fois par M. Berthelot [1].

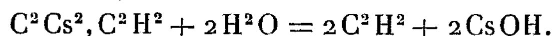
» Ce composé cristallin, transparent, d'aspect nacré, est un réducteur des plus énergiques, qui souvent nous fournira des réactions violentes. Il tombe au fond du benzène ou du tétrachlorure de carbone sans les attaquer.

» Cet acétylure acétylénique de césium fond vers 300° sans décomposition; il prend feu, à la température ordinaire, dans le fluor et dans le chlore. Il devient de suite incandescent au contact du brome et de la vapeur d'iode. Il en est de même avec le phosphore et l'arsenic légèrement chauffés.

» Mélangé avec du silicium amorphe bien sec, il produit vers 400° une incandescence très vive. Il prend feu à froid dans le gaz acide chlorhydrique et dans le gaz acide sulfureux. Il n'est pas attaqué à la température ordinaire par l'acide carbonique, mais il le décompose avec incandescence à 300°.

» Vers 100° il brûle dans le bioxyde d'azote. Il réduit le bioxyde de plomb et l'oxyde de cuivre bien avant le rouge sombre; la réaction se fait avec incandescence et explosion. Enfin, au contact de l'acide sulfurique ou de l'acide nitrique monohydraté, il prend feu et brûle avec une flamme très vive.

» Projeté dans l'eau froide, il la décompose comme le fait le carbure de calcium avec un violent dégagement d'acétylène :



$$C^2Cs^2, C^2H^2 + 2H^2O = 2C^2H^2 + 2CsOH.$$

» *Analyse.* — Son analyse, assez délicate, a été faite par les procédés que nous avons employés pour fixer la composition des acétylures acétyléniques de sodium, de potassium, de lithium et de calcium.

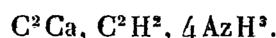
---

(1) BERTHELOT, *Annales de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. XI, p. 385.

» Les chiffres obtenus sont les suivants :

	1.	2.	Théorie pour C^2Cs^2, C^2H^2.
Césium	85,34	84,25	84,18
Carbone	14,06	14,53	15,18
Hydrogène	»	»	0,63

» *Acétylure acétylénique de rubidium.* — Ce composé se prépare comme celui de césium; la réaction est identique avec dégagement d'éthylène et formation d'un composé bien cristallisé. De même que le césium et les autres métaux alcalins, cet acétylure acétylénique ne fournit pas de combinaison ammoniacale, tandis que nous avons démontré que le carbure de calcium donnait un composé plus complexe de formule :



$$C^2Ca, C^2H^2, 4AzH^3.$$

» L'acétylure acétylénique de rubidium se présente en cristaux transparents très hygroscopiques qui fondent au-dessus de 300° en commençant à se décomposer. Ces cristaux nagent sur le tétrachlorure de carbone sans l'attaquer et tombent au fond de l'éther sans produire aucune réaction. A la température ordinaire, ce composé prend feu au contact du fluor, du chlore, du brome et de la vapeur d'iode. L'air sec est sans action sur cet acétylure. Il prend feu dans l'oxygène lorsqu'il est légèrement chauffé et devient incandescent en présence du soufre liquide. La combinaison se fait aussi avec incandescence au contact du phosphore et de l'arsenic légèrement chauffés. Par contre, et ceci le distingue du composé analogue du césium, il n'attaque pas le silicium et le bore amorphe vers 350°. Le bioxyde de plomb et l'oxyde de cuivre sont réduits avec une vive incandescence à la même température : le premier fournit même une réaction explosive. Le bioxyde de manganèse est réduit dans les mêmes conditions avec incandescence.

» L'acide carbonique froid n'est pas attaqué, mais pour peu qu'on élève sa température, la décomposition se produit avec une très vive incandescence. Au contact de l'acide sulfurique monohydraté, la décomposition se fait de suite avec une flamme très lumineuse. Quelques cristaux de ce composé, projetés sur une solution d'acide chlorhydrique, deviennent incandescents et se déplacent vivement à la surface du liquide.

» *Composition.* — 1° Nous l'avons déterminée par synthèse en faisant agir un excès d'acétylène sur un poids déterminé de rubidium transformé

en métal-ammonium. De l'augmentation de poids, on déduisait la teneur en carbone. Nous avons obtenu ainsi les chiffres des colonnes 1 et 2.

» 2° L'analyse a été faite en pesant le rubidium, le transformant en acétylure acétylénique, puis en recueillant ensuite l'acétylène fourni par la destruction du composé en présence de l'eau. Ces résultats sont consignés dans les colonnes 3, 4 et 5 :

	1.	2.	3.	4.	5.	Théorie pour C^2Rb^2, C^2H^2.
Rubidium.....	76,28	76,59	77,92	77,96	77,97	77,35
Carbone......	22,77	22,46	21,23	21,19	21,18	21,73
Hydrogène....	»	»	»	»	»	0,90

» *Carbure de césium.* — En chauffant dans le vide l'acétylure acétylénique de césium, on remarque que sa dissociation commence vers la température de 50°, mais elle se fait très lentement, même en continuant à élever la température, et l'acétylène qui se dégage ne tarde pas à donner les produits de polymérisation mentionnés par M. Berthelot. Nous avons préféré alors porter rapidement cet acétylure dans le vide, pendant un instant, à une température voisine de 300°.

» Dans ces conditions, les cristaux fondent, puis, par une légère élévation de température, la décomposition est brusque ; de l'acétylène mélangé d'hydrogène se dégage, et il reste un feutrage de petites lamelles, ayant gardé la forme de l'acétylure acétylénique et légèrement coloré en marron par des traces de carbone. On obtient ainsi le carbure de césium de formule C^2Cs^2.

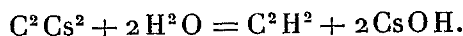
» Ce composé se présente en lamelles transparentes, à reflets légèrement mordorés ([1]), qui prennent feu à froid dans le fluor, dans le chlore, dans le brome et dans la vapeur d'iode. Légèrement chauffé en présence du bore et du silicium amorphe, il fournit une réaction énergique accompagnée d'une vive incandescence. Cette réaction n'était produite ni par le carbure de calcium, ni par le carbure de baryum ainsi que nous l'avons établi précédemment ([2]).

» Le sesquioxyde de fer, très légèrement chauffé, est réduit avec incandescence.

([1]) Nous avons démontré en 1898 que le carbure de calcium C^2Ca, obtenu par la décomposition de l'acétylure acétylénique $C^2Ca, C^2H^2, 4AzH^3$ au moyen de la chaleur, était d'une grande blancheur et qu'il se présentait sous le microscope en lamelles transparentes (*Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 917).

([2]) H. Moissan, *Le four électrique*, p. 295 et 303.

» Le carbure de césium décompose l'eau froide avec dégagement d'acétylène pur et formation d'oxyde hydraté



$$C^2Cs^2 + 2H^2O = C^2H^2 + 2CsOH.$$

» Ce carbure prend feu au contact de l'acide nitrique monohydraté et d'une solution d'acide chlorhydrique.

» Chauffé dans le vide, au-dessous du rouge sombre, il se dédouble en métal et en carbone amorphe.

» *Analyse.* — Elle nous a fourni les proportions suivantes :

	1.	2.	Théorie. pour C^2Cs^2.
Césium..........	92,40	92,30	91,72
Carbone.........	7,59	7,69	8,27

» *Carbure de rubidium.* — Le carbure de rubidium a été préparé de la même façon que le carbure de césium. La décomposition lente de l'acétylure acétylénique de rubidium dans le vide peut même produire du carbone amorphe, du métal et des produits liquides de polymérisation de l'acétylène, sans que le carbure alcalin puisse être mis en évidence. Au contraire la décomposition brusque vers 300° donne un carbure parfaitement défini.

» Ce carbure, comme le précédent, prend feu à froid au contact du fluor, du chlore, du brome et de la vapeur d'iode. L'oxygène sec n'a pas d'action à froid. Le soufre liquide l'attaque avec incandescence; il en est de même pour le phosphore et l'arsenic, le silicium et le bore légèrement chauffés. L'oxyde de plomb est réduit vers 200° avec explosion et incandescence. Réaction identique pour l'oxyde de cuivre bien que la décomposition soit moins violente. Vers 400° les sesquioxydes de fer et de chrome sont réduits avec un grand dégagement de chaleur.

» Les gaz acide carbonique, acide sulfureux, oxyde azotique ne l'attaquent pas à froid, mais produisent une décomposition avec vive incandescence pour peu que l'on élève la température. La réaction du gaz acide sulfureux différencie le carbure de l'acétylure acétylénique. Au rouge sombre l'oxyde de carbone est réduit lentement avec mise en liberté de carbone amorphe.

» Le carbure de rubidium décompose l'eau froide avec dégagement rapide d'acétylène pur sans incandescence.

» Au contraire, la décomposition d'une solution chlorhydrique, soit concentrée, soit étendue, se produit avec une vive incandescence. Avec l'acide nitrique, si le carbure est en excès, la réaction devient explosive.

» Une autre réaction curieuse nous a été fournie par ce carbure. Si l'on recouvre du carbure de rubidium avec un excès de petits cristaux de calcium et que l'on chauffe ce mélange dans le vide : le rubidium métallique est chassé et vient se condenser sous forme d'un miroir brillant, qui n'attaque pas le verre, sur la partie froide du tube.

» *Analyse :*

	1.	2.	Théorie pour C^2Rb^2.
Rubidium..........	87,12	87,61	87,67
Carbone...........	12,87	12,38	12,32

» *Conclusions.* — En résumé, le césium et le rubidium peuvent fournir des carbures de formule C^2R^2, et des acétylures acétyléniques C^2R^2, C^2H^2 comparables aux dérivés des autres métaux alcalins.

» Ces nouveaux carbures décomposent l'eau froide en donnant un alcali et un dégagement de gaz acétylène pur. Ils sont donc en tous points comparables au carbure de calcium et aux autres carbures alcalins. Ce sont des réducteurs très énergiques qui se combinent à froid à la plupart des métalloïdes avec un grand dégagement de chaleur et qui décomposent facilement les oxydes au-dessous du rouge sombre. Quant aux acétylures acétyléniques, ce sont de véritables corps explosifs qui, dans les phénomènes de réduction, fournissent des réactions très violentes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence qu'exerce sur le pouvoir rotatoire de molécules cycliques l'introduction* de doubles liaisons *dans les noyaux renfermant le carbone asymétrique.* Note de M. A. **Haller**.

« Dans le but de généraliser l'observation que nous avons faite sur l'exaltation du pouvoir rotatoire des dérivés du camphre résultant de l'action des aldéhydes sur cette molécule cyclique [1], exaltation que nous avons attribuée à la formation d'une double liaison dans l'un des noyaux de camphre, nous avons, d'une part, choisi un certain nombre de corps actifs se trouvant dans les conditions de nos composés et, d'autre part, préparé de nouvelles combinaisons se rattachant à des noyaux actifs complètement différents.

---

(1) A. Haller, *Comptes rendus,* t. CXIII, p. 22; A. Haller et P.-Th. Muller, *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 1370.

» Indépendamment des corps que nous avons déjà signalés, nous connaissons en effet, dans la série du camphre, plusieurs dérivés dans lesquels la présence de la double liaison est chimiquement démontrée et qui tous possèdent un pouvoir rotatoire assez élevé, comparativement à celui ($\alpha_D = \pm 42°$) du camphre lui-même. Il en est ainsi, par exemple, des combinaisons suivantes dont les pouvoirs rotatoires ont été pris dans l'alcool :

Méthylènecamphre [1] : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} C = CH^2 \\ \vert \\ CO \end{array}\right.$ .... $\alpha_D = 127°$

Formylcamphre : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} C = CHOH \\ \vert \\ CO \end{array}\right.$ .... $\alpha_D = 183°$

Benzoate de formylcamphre : $C^8H^{14} - \underset{\substack{\diagdown \vert \\ CO}}{C} = CHOCOC^6H^5$ .... $\alpha_D = 151°$

Anilide du formylcamphre : $C^8H^{14} - \underset{\substack{\diagdown \vert \\ CO}}{C} = CHNHC^6H^5$ .... $\alpha_D = 369°$

Méthylanilide du formylcamphre : $C^8H^{14} - C = CH - N(CH^3)C^6H^5$. $\alpha_D = 413°$

Isonitrosocamphre : $C^8H^{14} - \underset{\substack{\diagdown \vert \\ CO}}{C} = NOH$ .... $\alpha_D = 196°$

Benzoylcamphre (forme énolique) : $C^8H^{14} - \underset{\substack{\diagdown \Vert \\ COH}}{C} - COC^6H^5$ .... $\alpha_D = 281°$

» Nous nous bornons à ces quelques exemples pour les dérivés du camphre, tout en faisant remarquer qu'il en est, comme la camphoroxime, dont le pouvoir rotatoire n'est pas exalté, bien qu'on y admette la présence d'une double liaison greffée sur le noyau renfermant le carbone asymétrique. Il est vrai que cette oxime possède un pouvoir rotatoire $\alpha_D = -42°$ qui est de signe contraire de celui du camphre.

» On observe des exaltations semblables dans d'autres séries. C'est ainsi que M. Eykman [2] a constaté que l'acide shikimique possède un pouvoir rotatoire $\alpha_D = -187°,9$ alors que, pour son produit de réduction, l'acide hydroshikimique, α_D devient $-35°,8$. Cette diminution est du même ordre que celle que nous avons relatée à l'occasion de nos études sur les com-

---

(1) Ce composé, découvert par M. Minguin, peut être considéré comme le terme le plus simple des combinaisons des aldéhydes avec le camphre que nous avons étudiées.

(2) *Ber. der deut. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 1278.

binaisons du camphre avec les aldéhydes et sur leurs produits de réduction ([1]).

» MM. Zelinsky et Zelikow ([2]), ainsi que M. Zelinsky ([3]), ont de leur côté fait des observations analogues sur des carbures appartenant aux séries du cyclopentène et du cyclohexène.

» Rappelons aussi que M. Martine ([4]), en condensant l'aldéhyde benzoïque avec la menthone, a constaté que les deux benzylidènementhones obtenues possédaient les pouvoirs rotatoires $\alpha_D = -185^\circ$ et -258° alors que celui de la menthone elle-même était de -28° pour $l = 100^{mm}$.

» Ajoutons enfin que, dans un Mémoire très documenté, M. Rupe vient de montrer, en collaboration avec MM. Zeltner et Max Silberberg ([5]), que le pouvoir rotatoire des éthers-sels du menthol augmente avec le nombre de doubles liaisons que possèdent les acides qui entrent dans leur constitution, ainsi qu'avec la position qu'occupent ces liaisons par rapport au carboxyle.

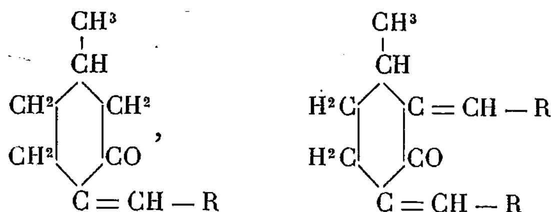
» Nous avons entrepris des recherches analogues ([6]) sur des produits de substitution des éthers camphocarboniques et méthylcyclopentanone-carboniques, dans lesquels le radical substitué est tantôt saturé, tantôt non saturé, et avons déjà montré que le pouvoir rotatoire, $\alpha_D = +62^\circ$, de l'allylcamphocarbonate de méthyle, est supérieur à celui des deux propylcamphocarbonates de méthyle stéréo-isomères, qui sont respectivement de $+52^\circ 34'$ et $+49^\circ 44'$.

» *Dérivés de la* β-*méthylcyclohexanone*. — Comme, en raison de sa constitution, cette cétone cyclique dérivée de la pulégone est active et dévie de -12° environ ($l = 100^{mm}$), nous l'avons condensée avec quelques aldéhydes, de façon à obtenir des combinaisons analogues à celles que nous a fournies le camphre.

» Le premier terme de ce genre de composés a été obtenu d'abord par M. Wallach ([7]), puis par M. Tétry ([8]) qui en a établi la constitution.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1362.
([2]) *Ber. der deut. chem. Ges.*, t. XXXIV, p. 3255.
([3]) *Ibid.*, t. XXXV, p. 2488.
([4]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1437.
([5]) H. Rupe, *Ann. der Chemie*, t. CCCXXVII, 1903, p. 157.
([6]) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 788.
([7]) Wallach, *Ber. deutsch. chem. Ges.*, t. XXIX, 1896, p. 1596.
([8]) Tétry, *Thèse* de Nancy, 1901, p. 37.

» La condensation s'effectue en ajoutant à un mélange équimoléculaire de méthylhexanone et de méthylate de sodium la quantité théorique de l'aldéhyde. On évapore dans le vide et l'on reprend le résidu par l'eau et par l'éther. La solution éthérée, après avoir été séchée sur du chlorure de calcium, est réduite et fractionnée dans le vide. Avec chaque aldéhyde on obtient ainsi deux produits qu'on fait cristalliser dans les dissolvants appropriés. Ils ont respectivement pour formules :



» *La benzylidène-β-méthylcyclohexanone* fond à 59° (Wallach), 60° (Tétry) et distille à 190°-200°, sous 13^{mm}.

» *L'anisylidène-β-méthylcyclohexanone* $C^5H^{10}\left\langle\begin{array}{l}CO\\ | \\ C = CH.C^6H^4OCH^3\end{array}\right.$ se dépose de l'alcool méthylique en petits prismes transparents, jaune paille, fondant à 97°.

» *La dianisylidène-β-méthylhexanone* $C^4H^8\left\langle\begin{array}{l}C = CH.C^6H^4OCH^3\\ | \\ CO \\ | \\ C = CH.C^6H^4OCH^3\end{array}\right.$ cristallise en prismes d'un jaune foncé, transparents, fondant à 110°. Comme le dérivé monosubstitué, ce corps est insoluble dans l'éther et le pétrole.

» *La dicuminylidène-β-méthylhexanone* $C^5H^{10}\left\langle\begin{array}{l}CO\\ | \\ C = CH.C^6H^4.C^3H^7\end{array}\right.$ se dépose de l'éther de pétrole en prismes transparents, d'un jaune paille, fondant à 58°.

» *La dicuminylidène-β-méthylhexanone* est un liquide huileux et épais qui distille à 300° sous 10^{mm}.

» Nous avons également condensé la méthylcyclohexanone avec les aldéhydes méthoxyhydratropique et méthylènedioxyhydratropique de M. Bougault, et avons obtenu des huiles épaisses, très difficiles à purifier et sur lesquelles nous reviendrons plus tard.

» Les pouvoirs rotatoires spécifiques des produits monosubstitués, pris en solution dans l'alcool, ont donné les nombres suivants :

Benzylidène-β-méthylhexanone	($p = 0,2688$, $v = 20^{cm^3}$, $l = 200^{mm}$)....	$\alpha_D = -152°$
Anisylidène »	($p = 0,1053$, $v = 20^{cm^3}$, $l = 200^{mm}$)....	$\alpha_D = -225°$
Cuminylidène »	($p = 0,3018$, $v = 20^{cm^3}$, $l = 200^{mm}$)....	$\alpha_D = -165°$

» Quant aux dérivés bisubstitués, ils sont trop colorés pour qu'on puisse prendre leur pouvoir rotatoire avec quelque précision.

» Les nombres trouvés montrent une fois de plus l'exagération qu'éprouve le pouvoir rotatoire de la molécule cyclique par la fixation, moyennant *une double liaison*, d'un

radical aromatique sur cette molécule. Ils n'ont certainement qu'une valeur relative, car ils dépendent de la concentration des solutions et de la température à laquelle les mesures ont été faites. Ils donnent cependant une idée très nette du sens du phénomène.

» Ces mesures demandent, dans tous les cas, à être poursuivies systématiquement et avec les solvants les plus divers, de façon à dégager la part que prennent les différents radicaux à cette exaltation.

» Bien qu'il soit nécessaire d'augmenter et de varier encore les observations, on peut cependant, dès aujourd'hui, entrevoir que l'exagération du pouvoir rotatoire de certaines molécules peut être provoquée :

» 1° Par la fixation par *simple liaison* sur un noyau actif de radicaux non saturés. (*Exemple :* allylcamphocarbonate de méthyle comparé au propylcamphocarbonate de méthyle.) Dans ces sortes de molécules, il est probable que, plus le complexe non saturé se rapprochera du noyau renfermant le carbone asymétrique, plus l'augmentation du pouvoir rotatoire s'accentuera.

» 2° Par la formation de doubles liaisons dans des noyaux sans qu'il y ait substitution ni addition. (*Exemples :* cyclopentènes et cyclohexènes de M. Zelinsky; acide shikimique de M. Eykman.)

» 3° En greffant sur des noyaux actifs, par l'intermédiaire de doubles liaisons des radicaux aliphatiques ou aromatiques. (*Exemples :* méthylène, oxyméthylène, benzylidène, anisylidène, etc. camphres; benzylidène, anisylidène-β-méthylhexanones, etc.) Ici encore, la position qu'occupera la double liaison du noyau par rapport au carbone asymétrique, la nature des radicaux, ceux de la série benzénique ayant une action plus marquée que ceux de la série aliphatique, influeront diversement sur l'augmentation du pouvoir rotatoire.

» 4° Par un phénomène de tautomérisation dans le genre de celui auquel donnent lieu les molécules β-cétoniques qui, en s'énolisant, prennent le caractère de composés non saturés (alcoylcyanocamphres, benzoylcamphre, forme énolique).

» 5° Par la combinaison d'alcools actifs avec des acides non saturés, et inversement (éthers mentyliques de M. Rupe).

» Dans toutes les combinaisons que nous venons de citer la ou les doubles liaisons préexistent et peuvent être mises en évidence par des moyens chimiques.

» Nous continuons l'étude de cette question de l'influence des doubles liaisons sur le pouvoir rotatoire, et avons le projet de nous adresser à des séries différentes de celles qui ont fait l'objet du présent travail. »

PHYSIQUE. — *Sur de nouvelles sources de radiations susceptibles de traverser les métaux, le bois, etc., et sur de nouvelles actions produites par ces radiations.* Note de M. R. **Blondlot.**

« En recherchant si des radiations analogues à celles dont j'ai signalé récemment l'existence dans l'émission d'un bec Auer (¹) ne se rencontreraient pas aussi dans celles d'autres sources de lumière et de chaleur, j'ai constaté les faits suivants. La flamme d'un bec de gaz annulaire émet de ces radiations; il convient toutefois d'enlever la cheminée, à cause de l'absorption du verre. Un bec Bunsen n'en produit pas sensiblement. Une feuille de tôle, une lame d'argent chauffée au rouge naissant à l'aide d'un bec Bunsen placé par derrière en fournissent à peu près autant que le bec Auer.

» Une lame d'argent polie fut disposée de façon que son plan fît un angle de 45° avec le plan horizontal. Cette lame ayant été portée au rouge cerise à l'aide d'un bec Bunsen, sa face supérieure émettait des rayons analogues à ceux du bec Auer : un faisceau horizontal de ces radiations, après avoir traversé deux feuilles d'aluminium d'une épaisseur totale de $0^{mm},3$, des feuilles de papier noir, etc., était concentré par une lentille de quartz; à l'aide de la petite étincelle, on constatait l'existence de quatre régions focales. Je constatai en outre que l'action sur l'étincelle était beaucoup plus grande quand celle-ci était orientée verticalement, c'est-à-dire dans le plan d'émission, que lorsqu'elle était normale à ce plan : les nouvelles radiations émises par la lame polie sont donc polarisées comme le sont la lumière et la chaleur qu'elle émet en même temps. La lame d'argent ayant été recouverte de noir de fumée, l'intensité de l'émission augmenta, mais la polarisation disparut.

» Ce qui précède conduit à penser que l'émission de radiations susceptibles de traverser les métaux, etc., est un phénomène extrêmement général. Observé d'abord dans l'émission d'un tube focus, il s'est aussi rencontré dans celle des sources ordinaires de lumière et de chaleur. Afin d'abréger le langage, je désignerai dorénavant ces radiations par le nom de *rayons n* (²). Je ferai remarquer que ces rayons *n* comprennent

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 735, 11 mai 1903.

(²) Du nom de la ville de Nancy : c'est à l'Université de Nancy que ces recherches ont été faites.

une très grande variété de radiations : Tandis, en effet, que celles qui proviennent d'un bec Auer ont des indices plus grands que 2, il en est, parmi celles qu'émet un tube de Crookes, dont l'indice est inférieur à 1,52, car si l'on fait tomber un faisceau de ces rayons sur un prisme équilatéral en quartz, parallèlement aux arêtes et normalement à l'une des faces, on obtient un faisceau émergent très étalé.

» Jusqu'ici, le seul moyen de déceler la présence de rayons *n* était leur action sur une petite étincelle. Je me suis demandé si cette étincelle devait être envisagée ici comme un phénomène électrique, ou seulement comme produisant l'incandescence d'une petite masse gazeuse. Si cette dernière supposition était exacte, on pouvait remplacer l'étincelle par une flamme. J'ai alors produit une toute petite flamme de gaz à l'extrémité d'un tube de métal percé d'un orifice très fin ; cette flamme était entièrement bleue. J'ai constaté qu'elle peut, comme la petite étincelle, servir à déceler la présence des rayons *n* : comme celle-ci, quand elle reçoit ces rayons, elle devient plus lumineuse et plus blanche. Les variations de son éclat permettent de trouver quatre foyers dans un faisceau ayant traversé une lentille de quartz ; ces foyers sont les mêmes que ceux que montre la petite étincelle. La petite flamme se comporte donc vis-à-vis des rayons *n* tout comme l'étincelle, sauf qu'elle ne permet pas de constater leur état de polarisation.

» Afin d'étudier plus aisément les variations d'éclat, tant de la flamme que de l'étincelle, je les examine à travers un verre dépoli fixé à environ 25^{mm} ou 30^{mm} de celles-ci : on a ainsi, au lieu d'un point brillant très petit, une tache lumineuse d'environ 2^{cm} de diamètre, d'un éclat beaucoup moindre, et dont l'œil apprécie mieux les variations.

» L'action d'un corps incandescent sur une flamme, ou celle d'une flamme sur une autre, est certainement un phénomène courant : si jusqu'ici il était resté inaperçu, c'est parce que la lumière de la source empêchait de constater les variations d'éclat de la flamme réceptrice.

» Tout récemment, j'ai constaté un autre effet des rayons *n*. Ces rayons sont, il est vrai, incapables d'exciter la phosphorescence dans les corps susceptibles d'acquérir cette propriété par l'action de la lumière ; mais lorsqu'un tel corps, du sulfure de calcium par exemple, a préalablement été rendu phosphorescent par l'insolation, si on vient à l'exposer aux rayons *n*, en particulier à l'un des foyers produits par une lentille de quartz, on voit l'éclat de la phosphorescence augmenter notablement ; ni la production, ni la cessation de cet effet ne semblent absolument instantanées.

C'est parmi les actions qui produisent les rayons *n* la plus facile à constater; l'expérience est très aisée à installer et à répéter. Cette propriété des rayons *n* est analogue à celle des rayons rouges et infrarouges qui a été découverte par Edmond Becquerel; elle est analogue aussi à l'action de la chaleur sur la phosphorescence; toutefois, je n'ai pas constaté jusqu'ici l'épuisement plus rapide de la capacité phosphorescente sous l'action des rayons *n*.

» La parenté des rayons *n* avec les radiations connues de grandes longueurs d'onde semble certaine. Comme, d'autre part, la faculté qu'ont ces rayons de traverser les métaux les différencie de tous ceux qui sont connus, il est très probable qu'ils sont compris dans les cinq octaves de la série de radiations qui restent inexplorées entre les rayons de Rubens et les ondulations électromagnétiques à très courtes longueurs d'onde; c'est ce que je me propose de vérifier. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Minéralogie, en remplacement de M. *Hautefeuille*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Munier-Chalmas obtient	. . . .	45 suffrages
M. Lacroix »	. . . .	10 »

M. MUNIER-CHALMAS, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Trémont pour 1903. — MM. Maurice Levy, Darboux, Berthelot, Mascart, Léauté.

Commission chargée de juger le concours du prix Gegner pour 1903. — MM. Berthelot, Van Tieghem, Gaudry, Darboux, Perrier.

Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences physiques (Prix du Budget) pour l'année 1905. — MM. Mascart, Van Tieghem, Moissan, Perrier, Gaudry.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences physiques) pour l'année 1905. — MM. Lippmann, Berthelot, Moissan, Gaudry, Perrier.

Commission chargée de présenter une question de prix Gay (Géographie physique) pour l'année 1905. — MM. Grandidier, Bassot, Bouquet de la Grye, Hatt, de Lapparent.

Commission chargée de présenter une question de prix Pourat (Physiologie) pour l'année 1905. — MM. d'Arsonval, Marey, Chauveau, Bouchard, Roux.

Commission chargée de présenter une question de prix Fourneyron (Mécanique) pour l'année 1905. — MM. Maurice Levy, Boussinesq, Sarrau, Léauté, Sebert.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement d'une fonction donnée en séries procédant suivant les polynomes de Jacobi.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Émile Picard.

« Désignons par $V_k (k = 0, 1, 2, \ldots)$ les polynomes de Jacobi correspondant à la fonction caractéristique

$$p = (1 + x)^{\alpha - 1}(1 - x)^{\beta - 1},$$

α et β étant des nombres positifs; par $V_k^{(1)} (k = 0, 1, 2, \ldots)$ les polynomes de Jacobi correspondant à la fonction

$$p_1 = (1 + x)^{\alpha}(1 - x)^{\beta}.$$

» On sait que

$$(1) \qquad \frac{dV_k}{dx} = V'_k = \sqrt{\lambda_k}\, V_{k-1}^{(1)} \ (^1), \qquad \lambda_k = k(\alpha + \beta + k - 1)$$

---

(1) Je suppose, pour plus de simplicité, que les fonctions V_k et $V_k^{(1)}$ satisfont aux conditions

$$\int_{-1}^{+1} p V_k^2\, dx = 1, \qquad \int_{-1}^{+1} p_1 (V_n^{(1)})^2\, dx = 1.$$

et que les fonctions V_k satisfont aux équations

(2) $$(1-x^2)V_k''+[\alpha-\beta-(\alpha+\beta)x]V_k'+\lambda_k V_k=0 \quad (k=0, 1, 2, \ldots).$$

» Soit maintenant f une fonction de x admettant la dérivée f' bornée et intégrable dans l'intervalle $(-1, +1)$.

» Posons

(3) $$f=A_0V_0+A_1V_1+\ldots+A_nV_n+R_n, \qquad A_k=\int_{-1}^{+1} pfV_k\,dx,$$

d'où

$$f'=A_0V_0'+A_1V_1'+\ldots+A_nV_n'+R_n'.$$

» Or, il est aisé de s'assurer, en tenant compte de (1) et (2), que

$$A_k=\frac{1}{\sqrt{\lambda_k}}\int_{-1}^{+1} p_1 f' V_{k-1}^{(1)}\,dx=\frac{1}{\sqrt{\lambda_k}}B_{k-1}.$$

» On trouve donc, eu égard à (1),

$$f'=B_0V_0^{(1)}+B_1V_1^{(1)}+\ldots+B_{n-1}V_{n-1}^{(1)}+R_n'.$$

» Appliquons maintenant le théorème général de ma Note du 6 mars 1903 aux fonctions V_k et $V_k^{(1)}$. On peut, d'après ce théorème, trouver un nombre ν tel que l'on aura pour toutes les valeurs de $n \geqq \nu$

(4) $$S_n=\int_{-1}^{+1} pR_n^2\,dx<\varepsilon', \qquad S_n'=\int_{-1}^{+1} p_1(R_n')^2\,dx<\varepsilon',$$

ε' étant un nombre positif, donné à l'avance.

» Cela posé, prenons l'égalité évidente

$$p_1R_n(x)=\int_{-1}^{x}\{p_1R_n'\,dx+p[\alpha-\beta-(\alpha+\beta)x]R_n\}\,dx,$$

qui nous donne

$$\tfrac{1}{2}p_1^2[R_n(x)]^2<\int_{-1}^{x} p_1\,dx\int_{-1}^{x} p_1(R_n')^2\,dx + \int_{-1}^{x} p[\alpha-\beta-(\alpha+\beta)x]^2\,dx\int_{-1}^{x} pR_n^2\,dx<AS_n+BS_n',$$

A et B étant des nombres assignables.

» Il s'ensuit, en vertu de (4), que l'on a, pour toutes les valeurs de $n \geqq \nu$

et pour tous les points, intérieurs à l'intervalle donné $(-1, +1)$,

$$p_1 |R_n(x)| < \varepsilon'',$$

ε'' étant un nombre positif, donné à l'avance.

» La fonction p_1 admet un maximum pour

$$x_0 = \frac{\alpha - \beta}{\alpha + \beta},$$

elle croît, lorsque x croît de -1 à x_0, et décroît, lorsque x varie de x_0 à $+1$. Soit (a_1, b_1) un intervalle quelconque, pris arbitrairement à l'intérieur de l'intervalle donné $(-1, +1)$. Désignons par μ la plus petite des quantités

$$(1 + a_1)^\alpha (1 - a_1)^\beta, \quad (1 + b_1)^\alpha (1 - b_1)^\beta.$$

» On aura, pour $n \geqq \nu$ et pour toutes les valeurs de x, comprises dans l'intervalle (a_1, b_1),

$$|R_n(x)| < \frac{\varepsilon'}{\mu} < \varepsilon.$$

» Il en résulte, en vertu de (3), que

$$\left| f - \sum_1^n A_k V_k \right| < \varepsilon,$$

ce qui démontre le théorème suivant :

» *Toute fonction f admettant une dérivée du premier ordre, bornée et intégrable dans l'intervalle $(-1, +1)$ se développe, dans tout intervalle intérieur à l'intervalle donné, en série uniformément convergente procédant suivant les polynomes de Jacobi* (1).

» Une méthode tout à fait analogue conduit au même résultat dans les cas des fonctions spéciales de deux premières classes de Tchébicheff, des fonctions $V_k (k = 1, 2, \ldots)$ qui se rencontrent dans le problème de refroidissement d'une barre hétérogène, et ainsi de suite. »

---

(1) Comparez mon Mémoire : *Sur le développement d'une fonction donnée en séries procédant suivant les polynomes de Tchébicheff*, etc. (*Journal für die reine und angewandte Mathematik*, Bd. CXXV, Heft 3).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégrabilité d'une expression différentielle.* Note de M. P. MONTEL, présentée par M. Painlevé.

« I. Considérons l'expression

$$A = p(x, y)\,dx + q(x, y)\,dy,$$

où p et q sont des fonctions continues de (x, y); lorsque $\frac{\partial p}{\partial y}$ et $\frac{\partial q}{\partial x}$ existent et sont continues, la condition nécessaire et suffisante pour que A soit intégrable s'exprime par l'équation

$$\frac{\partial p}{\partial y} = \frac{\partial q}{\partial x}.$$

» Supposons seulement la continuité de p et q : on peut, par des conditions se réduisant à la précédente dans le cas où elle est applicable, exprimer que p et q sont les dérivées partielles d'une fonction.

» Soient $f(x, y)$ une fonction continue de (x, y) dans un domaine D et le rapport

$$r = \frac{f(x+h, y+k) - f(x+h, y) - f(x, y+k) + f(x, y)}{hk} \qquad (hk \neq 0).$$

Quand x, y, h, k varient de manière que les points (x, y), $(x+h, y)$, $(x, y+k)$, $(x+h, y+k)$ restent dans un domaine D' intérieur à D, r a un maximum M et un minimum m. Si f possède des dérivées p et q, M et m sont aussi le maximum et le minimum des rapports

$$\frac{p(x, y+k) - p(x, y)}{k} \quad (k \neq 0), \qquad \frac{q(x+h, y) - q(x, y)}{h} \quad (h \neq 0).$$

» Supposons que $\frac{\partial p}{\partial y}$ et $\frac{\partial q}{\partial x}$ existent (le résultat serait le même en considérant les nombres dérivés) : *Dans tout domaine* D', *les fonctions* $\frac{\partial p}{\partial y}$ *et* $\frac{\partial q}{\partial x}$ *ont même maximum et même minimum*. Réciproquement, si cette condition est remplie et si $\frac{\partial p}{\partial y}$ et $\frac{\partial q}{\partial x}$ sont intégrables, p et q sont les dérivées partielles d'une fonction. D'une manière générale : *La condition nécessaire et suffisante pour que p et q soient les dérivées partielles d'une fonction est que l'ensemble des points où $\frac{\partial p}{\partial y}$ est différent de $\frac{\partial q}{\partial x}$ ait une mesure nulle.*

» Soient u et v, fonctions continues de (x, y); les conditions précédentes permettent d'exprimer que $u + iv$ est analytique en $x + iy$. En particulier, si $\frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, \frac{\partial v}{\partial x}, \frac{\partial v}{\partial y}$ existent et vérifient les relations connues, $u + iv$ est analytique en $x + iy$, théorème à rapprocher de celui de M. Goursat.

» II. Considérons l'intégrale

$$\int\int A\, dy\, dz - B\, dz\, dx + C\, dx\, dy$$

prise sur une surface intérieure au domaine D où A, B, C sont des fonctions continues de (x, y, z) et admettent les dérivées $\frac{\partial A}{\partial x}, \frac{\partial B}{\partial y}, \frac{\partial C}{\partial z}$: *pour que l'intégrale ne dépende que du contour limitant la surface, il faut et il suffit que l'ensemble des points où*

$$\frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial B}{\partial y} + \frac{\partial C}{\partial z} \neq 0$$

ait une mesure nulle.

» Soit maintenant $u + iv$ une fonction de deux variables complexes : les relations exprimant que la fonction est analytique par rapport à chaque variable permettent de conclure que l'intégrale de $u + iv$ étendue à un domaine fermé à deux dimensions est nulle. On peut donc répondre affirmativement à la question, posée par M. Painlevé, de savoir *si une fonction de plusieurs variables, analytique par rapport à chacune d'elles, est analytique par rapport à l'ensemble de ces variables.*

» Les raisonnements précédents supposent bornées les fonctions dont on se sert.

» III. L'étude du rapport r explique l'analogie des deux problèmes de l'intégration des équations

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y), \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x\, \partial y} = f(x, y, z).$$

» Les résultats obtenus dans l'étude de l'existence des intégrales de l'équation $y' = f(x, y)$ quand on suppose seulement la continuité de f peuvent être retrouvés simplement en reprenant la méthode de Cauchy. Soient x_0, y_0 les valeurs initiales; appelons *polygone de Cauchy* tout polygone $y = \varphi(x)$ ayant un sommet en (x_0, y_0) et tel que le coefficient angulaire de chacun de ses côtés soit égal à la valeur de f à l'une des extrémités de ce côté : *Toute intégrale passant en (x_0, y_0) est la limite d'une suite de polygones de Cauchy.* Réciproquement, comme l'a établi M. Arzelà, de

toute suite de polygones dont le nombre des côtés croit indéfiniment, on peut en extraire une autre ayant une courbe limite qui est une intégrale. Il existe deux intégrales passant en (x_0, y_0), l'intégrale supérieure et l'intégrale inférieure, qui limitent la région du plan où restent toutes les intégrales issues de (x_0, y_0) et, par tout point de cette région, passe au moins une de ces intégrales.

» Pour la seconde équation, cherchons les intégrales se réduisant à $\varphi(y)$ pour $x = x_0$ et à $\psi(x)$ pour $y = y_0$: φ et ψ sont des fonctions continues égales en (x_0, y_0). En remplaçant les polygones de Cauchy par des surfaces formées de morceaux de paraboloïdes de plans directeurs Oxz, Oyz, on est conduit à des résultats analogues aux précédents. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de Lejeune-Dirichlet.* Note de M. A. **Pellet**, présentée par M. H. Poincaré.

« Considérons la série : $A_1 + \frac{A_2}{2^s} + \ldots + \frac{A_n}{n^s} + \ldots$, où les coefficients A_n ont la même valeur pour tous les nombres n donnant le même reste dans leur division par k. Elle peut s'écrire :

$$A_1 \xi_1(s) + \ldots + A_k \xi_k(s) = L(s),$$

en adoptant les notations de M. Hadamard (¹).

» D'après la formule (voir ma Note du 4 mai 1903) $\zeta(a, s)$ égale limite pour ν infini de l'expression

$$\frac{1}{a^s} + \frac{1}{(a+1)^s} + \ldots + \frac{1}{(a+\nu-1)^s} + \frac{\left(a+\nu-\frac{1}{2}\right)^{-s+1}}{s-1},$$

lorsque la partie réelle de s est comprise entre o et 1, $0 < \mathcal{R}(s) < 1$, on a

$$(1) \qquad L(s) = \frac{1}{k^s}\left[A_1\zeta\left(\frac{1}{k}, s\right) + A_2\zeta\left(\frac{2}{k}, s\right) + \ldots + A_k(1, s)\right],$$

si la somme $A_1 + A_2 + \ldots + A_k$ est nulle, $\mathcal{R}(s) > 0$. Cette fonction $L(s)$ peut s'annuler pour des valeurs particulières de s, mais non identiquement,

(¹) *Sur la distribution des zéros de la fonction $\zeta(s)$ et ses conséquences arithmétiques* (*Bulletin de la Société mathématique*, t. XXIV, 1896, n° 6).

à moins que tous les A soient nuls, car en considérant les valeurs entières de s, on en déduirait

$$A_1 + A_2 2^\alpha + A_3 3^\alpha + \ldots + A_k k^\alpha = 0,$$

pour toutes les valeurs de l'entier positif α.

» Les formules (14) et (15) du Mémoire de M. Hadamard

$$L_\nu(s) = \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{\psi_\nu(n)}{n^s} = \Pi \frac{1}{1 - \frac{\psi_\nu(q)}{q^s}} = B\, e^{\sum \frac{\psi_\nu(q)}{q^s}}$$

subsistent pour s compris entre $\frac{1}{2}$ et 1; et entre ces limites on peut choisir s de manière qu'aucune des $\varphi(k)$ quantités $L_\nu(s)$ ne soit nulle; de là résulte le théorème de Lejeune-Dirichlet, B représente une suite infinie absolument convergente, non nulle.

» Pour $s = 1$, la formule (1) doit être remplacée par la suivante :

$$L(1) = -\frac{1}{k}\left[A_1 \frac{\Gamma'\left(\frac{1}{k}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{k}\right)} + A_2 \frac{\Gamma'\left(\frac{2}{k}\right)}{\Gamma\left(\frac{2}{k}\right)} + \ldots + A_k \frac{\Gamma'(1)}{\Gamma(1)}\right]. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur les réseaux doublement cylindrés.* Note de M. L. RAFFY.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 285) j'ai proposé d'appeler *réseau doublement cylindré* tout réseau conjugué tracé sur une surface et tel que les plans osculateurs, menés en tous les points d'une ligne de chaque famille aux lignes de l'autre famille, soient parallèles à une direction fixe. Quelques semaines après la publication de cette Note, M. Guichard, qui avait retrouvé, sous le nom de *loi de parallélisme des réseaux*, une remarquable transformation, due au géomètre russe K. Peterson [1], donnait (*Ibid.*, p. 723) l'intéressante indication que voici :

» Parmi les réseaux parallèles à un réseau doublement cylindré, il y en a un dont les deux tangentes rencontrent chacune une courbe fixe. Cette propriété permet de

---

(1) *Recueil mathématique de Moscou*, 1866. Voir aussi une Note de M. STÄCKEL *Sur la déformation des surfaces* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 677) et un Mémoire du même auteur, inséré dans les *Mathematische Annalen*, t. XLIX.

construire tous ces réseaux. On peut diriger les calculs de façon à n'introduire que des quadratures dans les résultats.

» Ces lignes m'avaient décidé à ne pas revenir sur le problème général des réseaux doublement cylindrés. Mais, mon attention ayant été rappelée depuis sur la transformation de Peterson, j'ai reconnu que le théorème de M. Guichard ne fournit pas les réseaux doublement cylindrés dont une famille est composée de courbes de contact de cylindres circonscrits. Cela tient à ce que ces réseaux *singuliers* se correspondent à eux-mêmes dans la transformation considérée. J'ai été ainsi conduit à reprendre la question par la méthode indiquée dans ma Note et j'ai obtenu la détermination entièrement explicite des surfaces qui présentent un réseau doublement cylindré par des formules où ne figure *aucun signe de quadrature*.

» Dans ces formules, les lettres U, affectées ou non d'indices, représentent des fonctions *arbitraires* du paramètre u d'une des familles du réseau; les lettres V représentent des fonctions arbitraires du paramètre v de l'autre famille; les accents indiquent des dérivées.

» Réseaux singuliers. — Les lignes $u=$ const. sont toujours des courbes de contact de cylindres circonscrits. Trois classes de surfaces (coordonnées θ_1, θ_2, θ_3).

» 1° Les lignes $v=$ const. sont aussi des courbes de contact de cylindres circonscrits (surfaces de translation)

$$\text{(I)} \qquad \theta_n = U_n + V_n \qquad (n=1,2,3);$$

» 2° Les lignes $v=$ const. sont des courbes de contact de cônes circonscrits

$$\text{(II)} \qquad \theta_n = U_n V + V_n \qquad (n=1,2,3);$$

» 3° Les lignes $v=$ const. ne sont pas des courbes d'ombre

$$\text{(III)} \qquad \theta_n = \frac{U'_n}{U'}(U+V) - (U_n + V_n) \qquad (n=1,2,3).$$

» Réseaux non singuliers. — Aucune des deux familles conjuguées n'est formée par des courbes de contact de cylindres circonscrits. Trois classes de surfaces :

» 1° Les lignes $u=$ const. et les lignes $v=$ const. sont des courbes de contact de cônes circonscrits

$$\text{(IV)} \qquad \theta_n = \frac{U_n + V_n}{U+V} \qquad (n=1,2,3);$$

» 2° Les lignes $u = \text{const.}$ (mais non les lignes $v = \text{const.}$) sont des courbes de contact de cônes circonscrits

$$(\mathrm{V}) \qquad \theta_n = \frac{\frac{U'_0}{U'}(U+V) - U_0}{\left(\frac{U'_0}{U'}\right)'(U+V)} U'_n - U_n + \frac{U_0 V_n}{U+V} \qquad (n = 1, 2, 3);$$

» 3° Aucune des familles conjuguées n'est formée par des courbes de contact de cônes circonscrits

$$(\mathrm{VI}) \quad \theta_n = \frac{\frac{U'_0}{U'}(U+V) - (U_0+V_0)}{\left(\frac{U'_0}{U'}\right)'(U+V)} U'_n + \frac{\frac{V'_0}{V'}(U+V) - (U_0+V_0)}{\left(\frac{V'_0}{V'}\right)'(U+V)} V'_n - (U_n+V_n)$$
$$(n = 1, 2, 3).$$

« A raison de l'importance spéciale des réseaux conjugués *à invariants égaux*, j'ai déterminé tous ceux de ces réseaux qui sont en même temps des réseaux doublement cylindrés. Les surfaces qui possèdent de tels réseaux forment cinq classes. Les trois premières sont représentées par les formules (I), (II) et (IV); la quatrième est ainsi définie

$$(\mathrm{VII}) \qquad \theta_n = \frac{U+V}{2}\left(\frac{U'_n}{U_n} + \frac{V'_n}{V_n}\right) - (U_n + V_n) \qquad (n = 1, 2, 3);$$

la dernière est représentée comme suit

$$(\mathrm{VIII}) \quad \theta_n = \frac{U_0 - V_0}{U_0 + V_0}\left(\frac{U_0}{U'_0} U'_n - \frac{V_0}{V'_0} V'_n\right) - (U_n + V_n) \qquad (n = 1, 2, 3).$$

» La démonstration des formules (I) à (VIII) repose sur la détermination des coefficients B et B_1 de l'équation

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = B \frac{\partial \theta}{\partial u} + B_1 \frac{\partial \theta}{\partial v}$$

que vérifient les coordonnées des surfaces cherchées et, cette détermination faite, sur les propriétés des équations de Laplace. On la trouvera, exposée avec tous les détails nécessaires, dans un Mémoire déjà imprimé, qui paraîtra incessamment au *Bulletin de la Société mathématique de France.* »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation des surfaces.*
Note de M. MAURICE SERVANT.

« Il existe sur toute surface S une série de lignes qui jouent un rôle particulièrement important dans le problème de la déformation : ce sont celles qui correspondent aux lignes asymptotiques d'une surface S' applicable sur S. Nous les nommerons avec M. Bianchi les asymptotiques virtuelles de S.

» Nous nous proposons, dans ce Travail, de résoudre complètement le problème suivant, posé et résolu dans un cas particulier par M. Bianchi (¹) :

» *Déterminer un couple de surfaces* S *et* S_1 *tel que, à toute asymptotique virtuelle de* S, *corresponde une asymptotique virtuelle de* S_1.

» M. Darboux a donné (*Th. des surf.*, t. III) les équations des asymptotiques virtuelles et il a montré que la connaissance d'un tel réseau permettait de déterminer une surface S' applicable sur S : par conséquent le problème de la déformation sera le même pour S et S_1.

» Soit

$$ds^2 = E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2 \tag{1}$$

l'élément linéaire de S. Si α et β sont les paramètres des asymptotiques virtuelles, u et v seront déterminés en fonction de α et β par les équations (DARBOUX *Th. des surf.*, t. IV)

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial^2 u}{\partial\alpha\,\partial\beta} + \left[\begin{Bmatrix}11\\1\end{Bmatrix} - \frac{\partial}{\partial u}\log\rho\right]\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial u}{\partial\beta}\\
&\qquad + \left[\begin{Bmatrix}12\\1\end{Bmatrix} - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial v}\log\rho\right]\left(\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta} + \frac{\partial u}{\partial\beta}\frac{\partial v}{\partial\alpha}\right) + \begin{Bmatrix}22\\1\end{Bmatrix}\frac{\partial v}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta} = 0,\\
&\frac{\partial^2 v}{\partial\alpha\,\partial\beta} + \left[\begin{Bmatrix}22\\2\end{Bmatrix} - \frac{\partial}{\partial v}\log\rho\right]\frac{\partial v}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta}\\
&\qquad + \left[\begin{Bmatrix}12\\2\end{Bmatrix} - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial u}\log\rho\right]\left(\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial v}{\partial\beta} + \frac{\partial u}{\partial\beta}\frac{\partial v}{\partial\alpha}\right) + \begin{Bmatrix}11\\2\end{Bmatrix}\frac{\partial u}{\partial\alpha}\frac{\partial u}{\partial\beta} = 0.
\end{aligned}$$

» Soit

$$ds_1^2 = E_1\,du^2 + 2F_1\,du\,dv + G_1\,dv^2 \tag{2}$$

(¹) BIANCHI, *R. dei Lincei*, 1902. M. Bianchi a résolu complètement le problème dans le cas où S et S_1 sont des surfaces de révolution.

l'élément linéaire d'une surface S_1; ses asymptotiques virtuelles seront définies par des équations analogues et l'on voit facilement qu'il est nécessaire et suffisant pour que les asymptotiques virtuelles se correspondent sur S et S_1, que l'on ait les égalités :

$$(3)\quad \left\{\begin{array}{l} \left\{\begin{matrix}11\\1\end{matrix}\right\} - \frac{\partial}{\partial u}\log\rho = \left\{\begin{matrix}11\\1\end{matrix}\right\}_1 - \frac{\partial}{\partial u}\log\rho_1, \\ \left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\} - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial v}\log\rho = \left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\}_1 - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial v}\log\rho_1, \qquad \left\{\begin{matrix}22\\1\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}22\\1\end{matrix}\right\}_1, \\ \left\{\begin{matrix}22\\2\end{matrix}\right\} - \frac{\partial}{\partial v}\log\rho = \left\{\begin{matrix}22\\2\end{matrix}\right\}_1 - \frac{\partial}{\partial v}\log\rho_1. \\ \left\{\begin{matrix}12\\2\end{matrix}\right\} - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial u}\log\rho = \left\{\begin{matrix}12\\2\end{matrix}\right\}_1 - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial u}\log\rho_1, \qquad \left\{\begin{matrix}11\\2\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}11\\2\end{matrix}\right\}_1. \end{array}\right.$$

» On peut remplacer ce système d'équations par le suivant :

$$(4)\quad \left\{\begin{array}{l} \left\{\begin{matrix}11\\1\end{matrix}\right\} - 2\left\{\begin{matrix}12\\2\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}11\\1\end{matrix}\right\}_1 - 2\left\{\begin{matrix}12\\2\end{matrix}\right\}_1, \qquad \left\{\begin{matrix}22\\2\end{matrix}\right\} - 2\left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}22\\2\end{matrix}\right\}_1 - 2\left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\}_1, \\ \left\{\begin{matrix}22\\1\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}22\\1\end{matrix}\right\}_1, \qquad \left\{\begin{matrix}11\\2\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}11\\2\end{matrix}\right\}_1, \\ \left\{\begin{matrix}11\\1\end{matrix}\right\} + \left\{\begin{matrix}12\\2\end{matrix}\right\} - \frac{3}{2}\frac{\partial\log\rho}{\partial u} = \left\{\begin{matrix}11\\1\end{matrix}\right\}_1 + \left\{\begin{matrix}12\\2\end{matrix}\right\}_1 - \frac{3}{2}\frac{\partial}{\partial u}\log\rho_1, \\ \left\{\begin{matrix}22\\2\end{matrix}\right\} + \left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\} - \frac{3}{2}\frac{\partial}{\partial v}\log\rho = \left\{\begin{matrix}22\\2\end{matrix}\right\}_1 + \left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\}_1 - \frac{3}{2}\frac{\partial}{\partial v}\log\rho_1. \end{array}\right.$$

» Les deux dernières peuvent être remplacées par la suivante :

$$(5)\qquad a\mathrm{H}\rho^{-\frac{3}{2}} = \mathrm{H}_1\rho_1^{-\frac{3}{2}}$$

(a constant).

» On trouve de suite l'interprétation géométrique de quatre premières équations de condition; elles signifient que les géodésiques se correspondent sur les deux surfaces S et S_1; donc, d'après les résultats de Dini, l'élément linéaire de S devra avoir l'une des trois formes

(6) $ds^2 = U^2(du^2 + dv^2)$ surface de révolution,

(7) $ds^2 = 2(Vu + V_1)\,du\,dv$ forme de S. Lie,

(8) $ds^2 = (u - v)(U^2 du^2 + V^2 dv^2)$ forme de Liouville.

» M. Bianchi, qui est parvenu aux résultats qui précèdent par une méthode différente, a examiné en détail le cas où l'élément linéaire de S est de révolution; nous laisserons donc ce cas de côté pour nous occuper des deux autres.

» Examinons d'abord le cas où l'élément linéaire de S est de la forme de Liouville; il est alors donné par l'équation (8). L'élément linéaire de S_1 peut s'écrire

$$(9)\qquad ds_1^2 = \left(\frac{1}{v+h} - \frac{1}{u+h}\right)\left(\frac{U^2\,du}{u+h} + \frac{V^2\,dv}{v+h}\right).$$

Il faut déterminer les fonctions U et V de façon à satisfaire à l'équation (5). Cette équation s'écrit, après quelques réductions,

$$(10)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{1}{\sqrt{(u+h)(v+h)}}\left[\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{V}{U}\sqrt{\frac{v+h}{u+h}}\,\frac{1}{u-v}\right) - \frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{U}{V}\sqrt{\frac{u+h}{v+h}}\,\frac{1}{u-v}\right)\right] \\ &\quad = a\left[\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{V}{U}\,\frac{1}{u-v}\right) - \frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{U}{V}\,\frac{1}{u-v}\right)\right].\end{aligned}\right.$$

Cette équation fonctionnelle s'intègre aisément : on trouve, après quelques calculs simples, les éléments linéaires :

$$(8')\qquad ds^2 = (u-v)\left\{\frac{u\,du^2}{\left(u-\frac{1}{a}\right)\left(u-\frac{1}{a}-\alpha\right)\left(u-\frac{1}{a}-\beta\right)} - \frac{v\,dv^2}{\left(v-\frac{1}{a}\right)\left(v-\frac{1}{a}-\alpha\right)\left(v-\frac{1}{a}-\beta\right)}\right\},$$

$$(9')\qquad ds_1^2 = \mathrm{K}(u_1-v_1)\left\{\frac{u_1\,du_1^2}{(u_1-a)\left(u_1-a-\frac{1}{\alpha}\right)\left(u_1-a-\frac{1}{\beta}\right)} - \frac{v_1\,dv_1^2}{\left(v_1-\frac{1}{a}\right)\left(v_1-a-\frac{1}{\alpha}\right)\left(v_1-a-\frac{1}{\beta}\right)}\right\},$$

ces éléments linéaires conviennent à des quadriques. On trouve de suite la relation entre leurs axes.

» Si l'on écrit la première sous la forme

$$(\mathrm{S})\qquad \mathrm{A}x^2 + \mathrm{B}y^2 + \mathrm{C}z^2 = 1,$$

la seconde aura pour équation

$$(\mathrm{S}_1)\qquad \mathrm{A}x^2 + (\mathrm{A}-\mathrm{B})y^2 + (\mathrm{A}-\mathrm{C})z^2 = \mathrm{A}^2.$$

» Une discussion très facile montre que si (S) est une quadrique de révolution, il en sera de même de S_1; de même, si S est un paraboloïde, S_1 sera également un paraboloïde.

» Il reste à examiner le cas où l'élément linéaire de S est de la forme (7) de Sophus Lie; ce cas ne présente pas d'intérêt, car on s'assure facilement que S et S_1 sont des surfaces développables. »

THERMODYNAMIQUE. — *Lois du déplacement de l'équilibre thermodynamique.* Note de M. E. **Ariès**, présentée par M. Mascart.

« Considérons un système homogène ou formé de parties homogènes juxtaposées, solides, liquides ou gazeuses. Ce système est soumis, dans toute son étendue, à une température uniforme T; il n'est en relation avec les corps extérieurs que pour échanger avec eux de la chaleur et pour en supporter une pression p, également uniforme, s'exerçant normalement sur sa superficie.

» Aux états successifs d'équilibre que prend un pareil système dans une transformation réversible, la composition ainsi que la masse de chacune de ses parties juxtaposées est, en principe, variable, par suite des échanges de matière qui peuvent s'opérer entre ces parties, ou des réactions chimiques qui peuvent s'exécuter dans chacune d'elles.

» Le potentiel H du système étant exprimé en fonction de la pression et de la température absolue, si l'on prend la *thermie* comme unité de chaleur, on a l'équation différentielle bien connue

$$dH = -S\,dT + v\,dp;$$

en posant

$$H = U - ST + pv,$$

H est, suivant l'expression de Massieu, une fonction *caractéristique* du système considéré dans son ensemble. Toutes les propriétés thermo-élastiques de cet ensemble s'expriment au moyen de la fonction H et de ses dérivées partielles. On a, notamment, pour l'entropie S, le volume v et l'énergie U,

$$S = -\frac{\partial H}{\partial T}, \tag{1}$$

$$v = \frac{\partial H}{\partial p}, \tag{2}$$

$$U = H - T\frac{\partial H}{\partial T} - p\frac{\partial H}{\partial v}. \tag{3}$$

» Ceci posé, imaginons que le système, d'abord plongé dans un milieu de température T et de pression p, soit, pour un instant, isolé au point de vue thermique, maintenu sous un volume invariable, et transporté dans un autre milieu de température T′ et de pression p', avec lequel il va se mettre

en équilibre. Les quantités H, U, S, v prendront de nouvelles valeurs H', U', S', v'.

» Le changement subi à la fois par le deuxième milieu et par le système constitue une transformation irréversible qui donnera lieu à une *augmentation* $\Delta\Sigma$ de l'entropie dans l'ensemble formé par ce milieu et par le système considéré.

» La quantité positive $\Delta\Sigma$ comprend :

» 1° La variation d'entropie $S' - S$ du système dans le deuxième milieu;

» 2° La variation d'entropie de ce milieu lui-même; cette variation sera $-\frac{\Delta Q}{T'}$, ΔQ étant la quantité de chaleur, positive ou négative, passée du milieu dans le système.

» On doit donc avoir

$$S' - S - \frac{\Delta Q}{T'} > 0,$$

ou bien, puisque T' est essentiellement positif,

$$T'(S' - S) - \Delta Q > 0$$

» Or, une pression constante p' ayant été opposée au système pendant toute la durée de son changement, le principe de l'équivalence apprend que l'on aura

$$\Delta Q = U' - U + p'(v' - v),$$

en sorte que l'inégalité précédente devient

$$U' - U - T'(S' - S) + p'(v' - v) < 0.$$

» S, v, U et S', v', U' étant remplacés par leurs valeurs tirées des formules (1), (2), (3), on trouve

$$H' - H - (T' - T)\frac{\partial H}{\partial T} - (p' - p)\frac{\partial H}{\partial v} < 0.$$

» Si, dans cette inégalité, on développe H' suivant les puissances croissantes de $dT = T' - T$ et de $dp = p' - p$, on peut arrêter le développement aux termes du second degré, sans changer le signe de l'inégalité, ce qui donnera

$$\frac{\partial^2 H}{\partial T^2} dT^2 + 2\frac{\partial^2 H}{\partial T \, \partial p} dT \, dp + \frac{\partial^2 H}{\partial p^2} dp^2 < 0. \tag{4}$$

» D'où résulte

$$\frac{\partial^2 H}{\partial T^2} < 0,$$
$$\frac{\partial^2 H}{\partial p^2} < 0,$$
$$\left(\frac{\partial^2 H}{\partial p\,\partial T}\right)^2 - \frac{\partial^2 H}{\partial T^2}\frac{\partial^2 H}{\partial p^2} < 0.$$

» Si l'on exprime, en fonction de H et de ses dérivées partielles, la capacité calorifique à pression constante ou à volume constant du système, son coefficient de compressibilité isotherme ou adiabatique, on arrive, eu égard aux inégalités qui précèdent, aux conclusions suivantes :

» Ces paramètres physiques sont essentiellement positifs : la capacité calorifique est plus grande à pression constante qu'à volume constant; le coefficient de compressibilité isotherme est plus grand que le coefficient de compressibilité adiabatique.

» Des équations (1) et (2) on tire

$$-dS = \frac{\partial^2 H}{\partial T^2}\,dT + \frac{\partial^2 H}{\partial T\,\partial p}\,dp,$$
$$dv = \frac{\partial^2 H}{\partial T\,\partial p}\,dT + \frac{\partial^2 H}{\partial p^2}\,dp.$$

» Multipliant la première de ces équations par dT, la seconde par dp, et ajoutant membre à membre, il vient, d'après (4),

$$dp\,dv - dT\,dS < 0.$$

» Cette dernière inégalité permet de formuler, d'une manière nette et précise, les lois qu'on appelle *lois du déplacement de l'équilibre.*

» Si l'on suppose que dp ou dv soit nul, dT et dS ou bien dT et $dQ = T\,dS$ sont de même signe.

» *Dans un élément de transformation réversible qui s'exécute à pression constante ou à volume constant, la température du système augmente ou diminue suivant que ce système absorbe ou dégage de la chaleur.*

» Si l'on suppose que dT ou dS soit nul, dp et dv sont de signes contraires.

» *Dans un élément de transformation réversible qui serait isothermique ou adiabatique, le volume du système augmente ou diminue suivant que la pression supportée par le système diminue ou augmente.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations simultanées des taches solaires et des températures terrestres.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« M. Ch. Nordmann a publié récemment (même Volume, p. 1047) les conclusions générales d'un très intéressant travail où, confirmant et étendant les résultats indiqués il y a 30 ans par M. Köppen, il met en évidence la relation de la période des taches solaires avec les températures moyennes annuelles de la Terre dans les régions intertropicales.

» En étudiant les excellentes observations recueillies par le Service de l'Artillerie au camp Jacob (Guadeloupe), j'y ai retrouvé les traces manifestes de cette relation. Je demanderai la permission de revenir brièvement sur cette question, non pas tant pour ajouter aux résultats de M. Nordmann que pour indiquer une méthode de discussion qu'il me paraîtrait avantageux d'employer dans ce genre de recherches.

» Si, dans une station donnée, les températures moyennes annuelles t présentent une variation parallèle à celle du nombre r des taches solaires (nombres relatifs de Wolf), on peut poser la relation approchée :

$$t = t_0 + ar, \tag{1}$$

t_0 et a étant deux constantes caractéristiques de la station. Les dix années (1892-1901) d'observations du camp Jacob donnent pour cette station :

$$t_0 = 22^\circ,17, \qquad a = -0^\circ,00894.$$

» On trouvera ci-dessous : les températures moyennes annuelles (O) observées réellement au camp Jacob; les écarts e de la température de chaque année à la moyenne générale ($21^\circ,80$); les nombres r correspondants des taches solaires; les températures annuelles (C) calculées au moyen de la formule (1); enfin les écarts (O — C) entre les températures réelles et les températures calculées.

Années.	Températures observées, (O).	Écarts à la moyenne, (e).	Taches solaires, (r).	Températures calculées, (C).	Écarts, (O — C).
1892	21°,52	—0°,28	73	21°,52	0°,00
1893	21,41	—0,39	85	21,41	0,00
1894	21,40	—0,40	78	21,47	—0,07
1895	21,63	—0,17	64	21,60	+0,03

Années.	Températures observées, (O).	Écarts à la moyenne, (e).	Taches solaires, (r).	Températures calculées, (C).	Écarts, (O — C).
1896	21°,83	—0°,03	42	21°,79	+0°,04
1897	22,02	+0,22	26	21,94	+0,08
1898	21,82	+0,02	27	21,93	—0,11
1899	21,89	+0,09	12	22,06	—0,17
1900	22,19	+0,39	9	22,09	+0,10
1901	22,24	+0,44	3	22,14	+0,10

» L'erreur probable d'une observation, calculée par les écarts *e*, est de ± 0°,20; elle tombe à ± 0°,06 pour les écarts (O — C), ce qui justifie suffisamment l'emploi de la formule (1). On remarquera, en outre, que la valeur trouvée pour le coefficient *a* correspond à une variation de température de 0°,89 (plus de quatre fois supérieure à l'erreur probable d'une observation), entre deux années où la différence des nombres relatifs des taches serait égale à 100, différence qui est parfois dépassée entre un maximum et un minimum.

» Dix années d'observations ne sauraient suffire pour établir sérieusement une relation entre les variations de l'activité solaire et celles des températures terrestres. J'ai cherché seulement, dans ce qui précède, à donner un exemple d'une méthode qui me semble plus précise et plus démonstrative que la combinaison, dans une même moyenne générale, de séries d'observations recueillies en des points différents. La comparaison des valeurs du coefficient *a*, obtenues séparément pour chaque station et pour chaque cycle des taches solaires, permettrait de juger du degré réel de concordance des résultats. On pourrait, en outre, rechercher dans les résidus (O — C) s'il existe quelque trace d'autres périodicités. »

PHYSIQUE. — *Conductibilité thermique du bismuth cristallisé.* Note de M. F.-Louis Perrot, présentée par M. Mascart.

« Il n'est pas sans intérêt de connaître comment la chaleur se propage dans le *bismuth cristallisé*, à cause des propriétés thermo-électriques et thermomagnétiques que ce corps manifeste à un degré d'intensité tout spécial.

» On doit à Matteuci [1] quelques mesures de conductibilités linéaires faites sur

[1] *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XLIII, 1855, p. 469.

des barreaux de bismuth taillés parallèlement et perpendiculairement à l'axe cristallographique, mais les résultats en sont peu concordants. Jannettaz [1], dans la liste très étendue qu'il a publiée des conductibilités de cristaux, n'a pas pu donner de chiffres relatifs au bismuth, à cause du peu de netteté des mesures sur ce corps [2].

» Dernièrement M. Louis Lownds [3] a déterminé, par la méthode de Senarmont, le *rapport des axes des ellipses isothermes* fournies par le seul et unique cristal de bismuth qu'il possédait. Il n'a pas donné le détail de ses mesures, qu'il résume par un seul chiffre, indiquant que le rapport était de $\frac{\perp}{\parallel} = 1,19$. Si l'on fait le carré de ce rapport on obtient le *rapport des conductibilités thermiques principales* $\left(\frac{\perp}{\parallel}\right)^2 = 1,42$. M. Lownds a aussi étudié la variation des conductibilités avec l'intensité du champ magnétique.

» Ayant à ma disposition plusieurs parallélépipèdes de bismuth d'une structure cristalline remarquablement régulière étant donnée leur grosseur, et sur lesquels j'ai déjà effectué des mesures thermo-électriques [4], il m'a paru intéressant de les soumettre à des mesures de conductibilités thermiques, en employant un dispositif analogue à celui de M. Lownds, mais en multipliant le nombre des ellipses produites, de façon à obtenir des moyennes assez exactes, malgré le caractère toujours approximatif des mesures individuelles.

» Je renvoie à mes précédents Mémoires [5] pour les détails sur la préparation, les dimensions, les densités, etc., des parallélépipèdes G, P, M et A. Le prisme A présentait un intérêt spécial, car c'est dans ce même prisme que M. van Everdingen [6] avait taillé des barreaux qui lui ont servi pour ses recherches sur le phénomène de Hall.

» Pour le moment, je me borne à publier ici les résultats des expériences individuelles et leurs moyennes pour chaque parallélépipède. La conductibilité est la plus forte perpendiculairement à l'axe et *dans le sens du clivage le plus facile*, ce qui confirme une fois de plus la loi de Jannettaz (*loc. cit.*).

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1352.
(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXIX, 1873, p. 39.
(3) *Philos. Magazine*, t. V, 1903, p. 152.
(4) *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 1194.
(5) *Archives Sc. phys. et nat. Genève*, t. VI, 1898, p. 105 et 229, et t. VII, 1899, p. 149.
(6) *Archives...*, t. XI, 1901, p. 433.

Rapport des axes des ellipses isothermes.

G. 1,122; 1,129; 1,137; 1,149; 1,064; 1,118;
1,136; 1,083; 1,170; 1,169; 1,185; 1,153.
Moyenne : 1,135.

P. 1,164; 1,139; 1,129; 1,146.
Moyenne : 1,144.

M. 1,184; 1,178; 1,167; 1,175; 1,179;
1,202; 1,197; 1,192; 1,157.
Moyenne : 1,169.

A. 1,134; 1,116; 1,182; 1,248; 1,219; 1,191; 1,193; 1,219;
1,177; 1,216; 1,147; 1,161; 1,214; 1,212; 1,178.
Moyenne : 1,187.

Résumé.

	Rapp. conductibilités thermiques $\left(\frac{\perp}{\parallel}\right)^2$.	Densités.	Rapp. forces thermo-électriques $\frac{\parallel}{\perp}$ entre 11° et 100°.
Prisme G...........	1,288	9,809	2,00
» P...........	1,308	9,848	2,00
» M...........	1,366	9,851	2,10
» A...........	1,408	9,887	1,85

» La moyenne générale des rapports des conductibilités thermiques est 1,342 (Lownds : 1,42).

» Les différences observées entre les divers parallélépipèdes sous le rapport des densités et des forces électromotrices thermo-électriques faisaient prévoir celles qui se manifesteraient dans les conductibilités. Ayant l'intention d'essayer une autre méthode, je me réserve de publier éventuellement des détails plus circonstanciés, relatifs aux mesures ci-dessus. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les ondes hertziennes en télégraphie sans fil.* Note de M. G. **Ferrié**, présentée par M. A. Potier.

« Lorsque des oscillations sont produites dans une antenne simple, en employant le montage *à étincelle directe*, on a reconnu depuis longtemps

que l'antenne vibrait en quart d'onde. Mais la longueur d'onde du mouvement vibratoire produit dépend des éléments électriques des conducteurs suivant lesquels se propage ce mouvement. Il est donc nécessaire de choisir un conducteur placé dans des conditions bien déterminées pour lui rapporter les mouvements vibratoires étudiés; nous avons employé dans ce but un câble formé de sept brins de cuivre de $0^{mm},4$ recouvert de gutta et tendu horizontalement à 1^{m} au-dessus du sol; le câble était d'ailleurs semblable à celui qui servait à constituer les antennes.

» Pour mesurer la longueur d'onde des oscillations produites dans une antenne de forme et de hauteur quelconques, il suffit de relier à l'antenne, en un point compris entre l'oscillateur et la terre, une des extrémités du fil horizontal dont il est question ci-dessus, l'autre extrémité de celui-ci étant parfaitement isolée. On intercale, en outre, un ampèremètre thermique dans ce fil, au voisinage de la connexion avec l'antenne. Ce fil prend part au mouvement vibratoire, et les oscillations qui s'y développent sont maximum lorsque l'antenne et le fil sont à l'unisson : en allongeant progressivement celui-ci, on voit croître graduellement le débit marqué par l'instrument de mesure, avec un maximum très net pour une longueur bien déterminée, puis décroître jusqu'à une valeur voisine de 0, puis augmenter de nouveau, et ainsi de suite. Les maximum et minimum sont régulièrement espacés, et la différence des longueurs correspondant à deux concamérations successives représente $\frac{1}{4}$ de longueur d'onde. Le plus grand des maximums est le premier, c'est-à-dire celui qui est obtenu avec une longueur de fil, comptée à partir de la prise de terre, égale à $\frac{1}{4}$ d'onde.

» Nous donnons ci-après, comme exemples, quelques longueurs d'onde obtenues avec des antennes de forme variable mais symétriques, et d'une longueur de 25^{m} et $12^{m},50$, non compris le fil unique (9^{m}) reliant l'antenne proprement dite à l'oscillateur et celui-ci à la terre [1].

Longueurs.					
Antenne totale jusqu'au sol.	Antenne proprement dite.	$\frac{\lambda}{4}$ mesuré pour l'antenne totale.	LC (unités C. G. S.) déduit de $\frac{\lambda}{4}$.	C (unités C. G. S.) mesuré pour l'antenne totale.	L (unités C. G. S.) déduit pour l'antenne totale.
m	m	m			
21,50	12,50 (fil unique)	20,00	18×10^{-16}	15×10^{-20}	$1,1 \times 10^{-4}$
34,00	25,00 id.	30,50	42×10^{-16}	24×10^{-20}	$1,8 \times 10^{-4}$
21,50	12,50 (2 fils à $0^{m},50$)	23,00	24×10^{-16}	20×10^{-20}	$1,2 \times 10^{-4}$
34,00	25,00 id.	33,50	$50,5 \times 10^{-16}$	$29,5 \times 10^{-20}$	$1,7 \times 10^{-4}$
21,50	12,50 (5 fils à $0^{m},50$, même plan)	25,00	28×10^{-16}	$22,5 \times 10^{-20}$	$1,2 \times 10^{-4}$
34,00	25,00 id.	35,00	55×10^{-16}	$34,5 \times 10^{-20}$	$1,6 \times 10^{-4}$

(1) Les mesures de capacité indiquées dans ce Tableau ont été faites par la méthode du pont avec téléphone et condensateur étalon. Nous avons aussi employé, dans d'autres cas, l'oscillographe Blondel, qui permet de mesurer sur une plaque photographique la période de l'onde qui correspond à la self de la bobine d'induction et à la capacité de l'antenne.

Longueurs.		$\frac{\lambda}{4}$ mesuré pour l'antenne totale.	LC (unités C. G. S.) déduit de $\frac{\lambda}{4}$.	C (unités C. G. S.) mesuré pour l'antenne totale.	L (unités C. G. S.) déduit pour l'antenne totale.
Antenne totale jusqu'au sol.	Antenne proprement dite.				
m	m	m			
21,50	12,50 (5 fils à $0^m,50$, même plan)	27,50	34×10^{-16}	28×10^{-20}	$1,2 \times 10^{-4}$
34,00	25,00 id.	39,50	70×10^{-16}	44×10^{-20}	$1,6 \times 10^{-4}$
21,50	12,50 (2 fils à 1^m)	23,50	25×10^{-16}	20×10^{-20}	$1,2 \times 10^{-4}$
34,00	25,00 id.	34,00	52×10^{-16}	$31,5 \times 10^{-20}$	$1,6 \times 10^{-4}$
21,50	12,50 (3 fils à 1^m, même plan)	26,00	30×10^{-16}	25×10^{-20}	$1,2 \times 10^{-4}$
34,00	25,00 id.	36,50	60×10^{-16}	$37,5 \times 10^{-20}$	$1,6 \times 10^{-4}$
21,50	12,50 (2 fils à 2^m)	24,00	26×10^{-16}	$22,5 \times 10^{-20}$	$1,1 \times 10^{-4}$
24,00	25,00 id.	35,00	55×10^{-16}	34×10^{-20}	$1,6 \times 10^{-4}$
9	supprimée	9,00	$3,5 \times 10^{-16}$	7×10^{-20}	$0,5 \times 10^{-4}$

» On voit que la longueur d'onde et la capacité augmentent avec la longueur de l'antenne, le nombre et l'écartement des fils qui constituent l'antenne proprement dite. De plus la self-induction reste à peu près constante pour une longueur donnée d'antenne quelle que soit sa forme, avec cependant une tendance à diminuer quand l'écartement des fils augmente.

» La différence constatée entre la longueur d'onde mesurée pour une antenne à un seul fil et la longueur de ce fil provient de la différence de capacité entre l'antenne et le fil horizontal. Ce fait est mis en évidence en plaçant l'antenne horizontalement dans une direction opposée au fil témoin : on trouve que le maximum de débit du thermique correspond à l'égalité des deux fils.

» On peut aussi mesurer l'intensité des oscillations dans le fil qui relie l'oscillateur à la terre, en plaçant l'ampèremètre thermique en dérivation sur deux points de ce fil. On constate alors qu'avec les antennes ci-dessus, une bobine de 30^{cm} donnant 3^{cm} d'étincelles et une consommation moyenne de 100 watts, le thermique indique des intensités de 1 à 3 ampères efficaces (en tenant compte du coefficient dû au shuntage). Cette intensité augmente nettement avec le nombre et l'écartement des fils.

» *Accord d'une antenne donnée sur une période déterminée.* — Lorsqu'on excite une antenne au moyen d'un transformateur Tesla, genre d'Arsonval par exemple, on remarque en appliquant la méthode indiquée plus haut que la longueur d'onde du mouvement vibratoire communiqué à l'antenne est constante quel que soit le nombre des spires du secondaire du Tesla. Cette période est évidemment celle du circuit excitateur. Mais les oscillations de l'antenne ont un maximum d'énergie lorsque les spires du secondaire sont en nombre tel que l'ensemble de l'antenne et des spires représente un quart d'onde du mouvement vibratoire excitateur.

» Pour trouver cet accord il suffit de mettre un thermique en dérivation sur deux points de l'antenne au voisinage de la prise de terre (¹).

» On remarque alors qu'en ajoutant une à une des spires indépendantes le thermique indique un maximum très net pour un nombre de spires déterminé. Ce maximum correspond à l'accord. Mais si l'on est conduit à augmenter beaucoup le nombre de spires, on varie notablement la self-induction et l'induction mutuelle, l'intensité maximum mesurée diminue, et l'accord peut passer inaperçu. Il est préférable dans ce cas d'agir sur la capacité du circuit excitateur de manière à obtenir le maximum de débit pour un nombre de spires compris entre 2 et 5. »

OPTIQUE. — *Sur la polarisation de la lumière diffusée par réfraction.* Note de M. **A. Lafay**, présentée par M. H. Becquerel.

« Dans une Note antérieure, ainsi que dans un Mémoire publié dans les *Annales de Chimie et de Physique* (²), j'ai fait connaître les principaux caractères de la polarisation présentée par la lumière que diffuse *par réflexion* le verre finement dépoli, quand on projette sur sa surface un faisceau polarisé.

» Lorsqu'un rayon tombe normalement sur l'une des faces d'un prisme ordinaire, il y pénètre et prend une direction bien définie après réfraction régulière ou réflexion totale sur l'autre face; mais si cette dernière est dépolie on observe dans les deux cas de la lumière qui émerge dans toutes les directions.

» Nous dirons qu'il y a *diffusion par réfraction* sur la face de sortie par opposition à la réflexion diffuse qu'observerait un œil placé à l'intérieur du prisme.

» En opérant avec des prismes différents on peut étudier la *réfraction diffuse* sous diverses incidences, tandis que l'on fait varier de la même manière que pour la réflexion les autres conditions (polissage, indice, etc.) qui influent sur le phénomène.

(¹) Les résultats obtenus par ce moyen ont été souvent contrôlés au moyen des indications d'un micromètre à étincelles placé au sommet de l'antenne.

(²) A. Lafay, *Sur la polarisation de la lumière diffusée par les surfaces dépolies* (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 154, 9 juillet 1894). — *Sur la polarisation de la lumière diffusée par le verre dépoli* : thèse de Paris, novembre 1898 (*Annales de Chimie et de Physique*, avril 1899).

» Cette étude que j'ai récemment poursuivie conduit à des résultats présentant une grande analogie avec ceux fournis par la réflexion.

» Pour les décrire, il est commode d'employer le mode représentatif indiqué dans ma Note précitée, consistant à imaginer une sphère de rayon très grand, ayant son centre confondu avec l'élément sur lequel s'effectue la réfraction et liée invariablement à ce dernier. Dans ces conditions, chaque point de la sphère correspond à une direction de diffusion et l'on peut supposer qu'on y a dessiné les éléments (ellipse en général) qui caractérisent l'état de polarisation du rayon correspondant.

» A chaque série d'expériences on peut faire correspondre une carte, de l'hémisphère de réfraction, résumant les faits observés.

» Les diagrammes obtenus présentent le même aspect que ceux de la réflexion diffuse; il suffit de supposer que, dans ces derniers, le point d'incidence I représente l'intersection du rayon incident, supposé prolongé, avec l'*hémisphère de réfraction* (1).

» Pour des régions assez étendues la polarisation est elliptique, et lorsque l'incidence est suffisante il existe deux *directions focales* polarisées circulairement et en sens inverse.

» En un point quelconque la proportion de lumière polarisée est d'autant plus forte que le polissage est plus poussé et la direction du grand axe de l'ellipse de polarisation paraît liée à la position des foyers suivant une loi semblable à celle que j'ai indiquée pour la réflexion.

» Dans ce dernier cas, l'existence des foyers pouvait s'expliquer en imaginant que la lumière, diffusée suivant les directions focales, provenait de réflexions régulières sur une multitude de facettes très petites, orientées de manière à recevoir le faisceau incident sous des angles voisins de l'*angle brewstérien*.

» Pour la réfraction il est impossible de recourir à une semblable explication; la polarisation circulaire s'observe toujours dans des régions où la lumière ne peut se rendre par *réfraction régulière* unique à travers une facette d'orientation supposée quelconque.

» Pour observer les foyers, il est nécessaire de faire tomber le faisceau éclairant sous une incidence assez écartée de la normale, mais cette incidence n'est pas liée à l'angle limite au delà duquel la réfraction régulière

(1) Le lecteur est prié de se reporter aux diagrammes de mon Mémoire et en particulier aux figures 6, 7, 8, 9, dans lesquelles il supposera que le rayon incident, dirigé de bas en haut, est situé derrière le plan du tableau.

cesserait de se produire à travers la surface diffusante supposée polie. Pour un crown ordinaire, par exemple, les foyers apparaissent dès que l'incidence atteint 25° à 30°; ils sont alors localisés sur les bords du diagramme et gagnent peu à peu les régions centrales, à mesure que l'incidence augmente jusqu'à devenir rasante.

» Les foyers se trouvent placés de part et d'autre d'un plan mené par le rayon incident normalement au plan de polarisation.

» Lorsque l'azimut de polarisation de la lumière incidente varie, ces points se déplacent en décrivant deux courbes qui coupent le plan d'incidence en un même point que nous désignerons par analogie sous le nom de *point principal de réfraction*. Suivant la direction correspondante, les composantes de la lumière diffusée ont une différence de phase d'un quart d'onde.

» Ce phénomène est donc encore analogue à celui qu'on observe par réflexion, mais présente cependant deux différences essentielles:

» 1° Lorsqu'on opère comparativement avec un même dépoli (supposé très fin) les courbes focales par réflexion sont très rapprochées; elles s'écartent au contraire notablement dans le cas de la réfraction.

» Ce fait permet l'observation d'une propriété intéressante. Lorsqu'on observe la lumière diffusée dans une direction prise au hasard, on remarque, en général, que, si l'azimut de polarisation du faisceau incident varie de 360° d'une manière continue, l'orientation de l'axe de l'ellipse de polarisation du rayon diffusé décrit un tour complet. Il n'en est plus ainsi lorsque le point représentatif se trouve à l'intérieur de l'angle curviligne toujours aigu que forment les courbes focales. Pour toute direction comprise dans cette région il existe deux orientations limites que l'axe de l'ellipse de polarisation ne peut franchir.

» Cette différence que la théorie permet de prévoir (¹) était difficile à contrôler expérimentalement dans le cas de la réflexion par suite de la petitesse de l'angle compris entre les courbes focales.

» 2° L'angle que fait la direction principale de réflexion avec le rayon incident varie fort peu en fonction de l'angle d'incidence et se rattache simplement à la valeur de l'angle brewstérien; les variations de l'angle analogue relatif à la direction principale de réfraction sont au contraire considérables et ne laissent apercevoir aucune relation simple avec l'angle de polarisation maxima de la substance correspondante.

» En dehors de ces différences, il existe une foule de divergences de

(¹) Voir en particulier la figure 22 de mon Mémoire cité.

détail qui ne peuvent être exposées sans l'adjonction de diagrammes appropriés; le fait essentiel qu'il m'a paru intéressant de signaler est l'existence de directions focales de réfraction absolument analogues à celles que M. Gouy [1] a observées le premier dans le cas de la réflexion et dont j'ai précédemment, et suivant ses conseils, étudié les propriétés. »

CHIMIE. — *Sur l'hydrogène combiné contenu dans le cuivre réduit.* Note de M. **Anatole Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« La Note du 5 janvier 1903 [2] communiquée par M. Armand Gautier, relativement à la proportion de l'hydrogène dans l'atmosphère, se termine par la phrase suivante :

» Quant à la persistance, en quantité pondérable, d'hydrogène occlus ou combiné dans du cuivre réduit sur lequel on a fait circuler préalablement au rouge plusieurs litres d'air, je pense que les chimistes ne l'admettront pas sans preuves péremptoires.

» Je demande à l'Académie la permission d'apporter les résultats quantitatifs d'expériences qui me semblent constituer cette preuve péremptoire, et confirment d'ailleurs entièrement les expériences qualitatives qui ont fait l'objet de ma Note de 1891 (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 71).

» Dans un tube de verre A, de 2^{cm} de diamètre intérieur et 25^{cm} de longueur, j'introduis 45^{g} environ de planure de cuivre. Sur ce tube, tiré aux deux bouts, sont mastiqués à la cire des tubes de plomb qui permettent d'établir les connexions convenables.

» Le cuivre est d'abord oxydé dans un courant d'air, puis réduit par un courant d'hydrogène desséché. Ce courant est continué pendant une heure environ après que l'oxyde de cuivre semble complètement réduit.

» L'appareil étant refroidi, je fais le vide dans le tube A, et j'y laisse rentrer de l'air desséché au moyen d'anhydride phosphorique. J'y adapte ensuite un tube en U, B, muni de bouchons-robinets, chargé d'anhydride phosphorique et taré [3].

» 1. Je fais passer d'abord dans l'appareil 10^{l} d'air, à froid : la tare de B ne change pas.

» 2. Je répète cette expérience en chauffant au rouge le cuivre, d'abord du côté de

---

(1) M. Gouy, *Sur la diffusion de la lumière par les surfaces dépolies de verre ou de métal* (*Comptes rendus*, t. XCVIII, 1884, p. 978).

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 21.

(3) Dans toutes les pesées, le tube est vide de gaz et la poussée atmosphérique est compensée.

la sortie, puis progressivement jusqu'à l'autre extrémité. Il passe environ 5^l d'air en 2 heures 30 minutes. Le tube B recueille $3^{mg},8$ d'eau.

» 3. De nouveau, je fais passer 10^l d'air, au rouge. Le tube B recueille encore $3^{mg},4$ d'eau.

» 4. Je fais passer encore 10^l d'air dans les mêmes conditions, mais sans recueillir l'eau.

» 5. Une dernière fois, je fais passer 5^l d'air, et je recueille $0^{mg},6$ d'eau, au lieu de 3,8 obtenus dans l'expérience similaire n° 2. Cette petite quantité d'eau provient en partie de l'hydrogène et des carbures atmosphériques; admettons même qu'elle n'ait pas d'autre origine, comme le pense M. Gautier.

» Ces expériences montrent bien clairement que :

» 1° Malgré le vide préalable qui avait dû enlever tout l'hydrogène condensé par le cuivre, les 5 premiers litres d'air passant sur ce cuivre au rouge lui avaient enlevé, au minimum, $\frac{3,8-0,6}{0,8} = 4^{cm^3}$ d'hydrogène (conditions normales), et les 10^l suivants $3^{cm^3},5$, et que, par conséquent, on peut évaluer à 8^{cm^3} ou 10^{cm^3} le volume d'hydrogène retenu par le cuivre à l'état de combinaison, conformément à l'expérience rappelée plus haut, dans laquelle j'ai extrait 20^{cm^3} de ce gaz d'une colonne de planure trois fois plus importante, l'opération n'ayant pas été poursuivie jusqu'à épuisement;

» 2° Les 5 premiers litres d'air passant sur cette petite colonne de cuivre, au rouge, dans des conditions qui assuraient son oxydation superficielle dans toute sa longueur, avaient laissé subsister dans le cuivre une *quantité d'hydrogène parfaitement pondérable*.

» *Remarque*. — Dans cette même Note, M. Gautier affirme de nouveau que j'ai confondu sous le même symbole deux densités différentes : celles de l'azote atmosphérique dépouillé ou non de l'hydrogène qui l'accompagnait. Cette assertion s'appuie sur ce que, suivant lui, une colonne d'oxyde de cuivre de 10^{cm} de longueur est impuissante à arrêter complètement l'hydrogène.

» J'ai de multiples raisons de croire qu'il n'en échappe que des traces, pourvu que le gaz passe avec une lenteur suffisante (1^l à l'heure, au plus, dans un tube de 2^{cm} de diamètre). Mais, à supposer que, dans ces conditions, l'oxyde laissât échapper $\frac{1}{10}$ de cet hydrogène, il en résulterait seulement sur la densité de l'azote atmosphérique une erreur négligeable, eu égard à la précision limite de ces déterminations ($\frac{1}{20000}$).

» Il est facile de voir que mes conclusions n'en seraient pas modifiées d'une manière appréciable : le symbole d' représenterait invariablement dans toutes mes écritures la densité (0,97203) de l'azote atmosphérique incomplètement dépouillé d'hydrogène, et il faudrait majorer de 10 pour 100

la proportion maximum de l'hydrogène atmosphérique compatible avec mes déterminations, ainsi que d'ailleurs avec celles de lord Rayleigh (0,00006). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la décomposition du carbonate de lithium par la chaleur.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. H. Moissan.

« Le carbonate de lithium a été surtout étudié par M. Troost, qui en a décrit les principales propriétés dans son important Mémoire sur le lithium et les sels de lithine (1). Il a insisté particulièrement sur la décomposition de ce carbonate sous l'action de la chaleur. Cette décomposition commence, d'après ce savant, bien avant la température de fusion et se poursuit ensuite d'abord rapidement, puis plus lentement. En maintenant le sel pendant 1 heure à la température la plus haute que peut fournir la lampe-forge de Deville, M. Troost put chasser les $\frac{4}{5}$ de l'acide carbonique, mais, dans aucun cas, ne put réussir à le décomposer complètement.

» Nous avons repris l'étude de cette action de la chaleur sur le carbonate de lithium en nous plaçant dans des conditions différentes et dans le but d'obtenir l'oxyde de lithium anhydre.

» Le carbonate de lithium pur était placé dans une petite nacelle de platine disposée dans l'intérieur d'un tube de porcelaine, dont l'une des extrémités était fermée et l'autre était en communication avec une trompe à mercure munie d'un tube barométrique. La partie du tube contenant la nacelle était chauffée à l'aide d'un petit four électrique à résistance de M. Charpy. Un rhéostat intercalé dans le circuit de ce four permettait de faire varier la température ou de la maintenir constante pendant un temps donné. La température était évaluée au moyen de la pince thermo-électrique.

» Après avoir fait le vide dans l'appareil, nous avons chauffé progressivement. Au dessous de 600°, il ne se produit aucune dépression de la colonne de mercure, le vide se maintient parfaitement. Un peu au-dessous de ce point la dissociation commence. Nous donnons ci-dessous les pressions observées jusqu'à 1000°.

Température.	Pression en millimètres de mercure.	Température.	Pression en millimètres de mercure.
580°	0	800°	29
610	1	830	34
620	3	840	37
640	8	860	41
710	16	890	50
740	19	930	61
770	23	1000	91

(1) Troost, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LI, p. 129.

» Vers 1200° la pression atteint environ 300mm. En raison de cette dissociation relativement facile du carbonate de lithium, il nous semblait possible de réaliser la préparation de l'oxyde de lithium. Pour cela il suffisait de soumettre le carbonate de ce métal à l'action d'une température supérieure à 600°, en ayant soin d'éliminer l'anhydride carbonique libéré d'une façon continue à l'aide de la trompe.

» Dans un premier essai, nous avons opéré sur une quantité exactement pesée de carbonate de lithium, et assez faible pour permettre de recueillir commodément le gaz carbonique. Nous employions 0g,2276 de carbonate; après une heure de chauffe à 1000° le vide se maintenait dans l'appareil. Le gaz recueilli occupait un volume qui, ramené à 0° et 76cm, correspondait à 66cm³,53, soit en poids à 0g,1312 d'anhydride carbonique. Le poids de carbonate utilisé aurait donné théoriquement 0g,1353. Nous pouvions donc arrêter l'expérience. Après refroidissement, la nacelle retirée du tube était absolument vide et nullement attaquée. L'oxyde de lithium produit avait donc été complètement volatilisé; nous avons en effet constaté que sa vapeur avait fortement corrodé la couverte du tube et s'était combinée avec elle. Un autre essai, fait sur une quantité de matière plus considérable, nous a donné les mêmes résultats. Enfin, la dissociation du carbonate se produit également bien dans un courant de gaz hydrogène et permet de réaliser en peu de temps, à 1000°, cette volatilisation apparente du carbonate de lithium.

» Sous l'action de la chaleur, le carbonate de lithium commence donc à se décomposer vers 600°, et déjà à cette température l'oxyde de lithium possède une tension de vapeur telle, qu'il peut être complètement volatilisé. Cette propriété éloigne le carbonate de lithium des autres carbonates alcalins. D'autre part, sa fusibilité et la volatilisation de la lithine anhydre provenant de sa décomposition lui assigne un rôle chimique différent de celui des carbonates alcalino-terreux et en particulier du carbonate de calcium qui se dissocie dans des conditions de température comparables, mais qui est infusible et laisse un oxyde fixe. En effectuant la dissociation du carbonate de lithium en présence de différentes substances, on peut obtenir, avec la plus grande facilité, ainsi qu'il résulte de nos premiers essais, un certain nombre de composés nouveaux, dont l'étude viendra augmenter nos connaissances encore peu étendues sur les propriétés des oxydes alcalins anhydres.

» Nous avons pu observer que, par suite de ce phénomène de volatilisation apparente du carbonate de lithium, ce corps se comporte comme un minéralisateur vis-à-vis d'un très grand nombre de corps. Nous poursuivons nos recherches dans cette voie. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Électrolyse du sulfure de baryum avec diaphragme.* Note de MM. **André Brochet** et **Georges Ranson**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note précédente (¹) nous avons montré comment se comporte l'électrolyse d'une solution concentrée de sulfure de baryum sans diaphragme. Si l'on fait usage d'une cloison poreuse, la réaction primaire est la même, c'est-à-dire que l'on obtient du soufre et par conséquent des polysulfures à l'anode, du baryum et par conséquent de la baryte et de l'hydrogène à la cathode. En raison de ce diaphragme, il n'y aura pas réduction des polysulfures. D'autre part, la baryte qui diffuse dans le compartiment anodique étant, dans les conditions de l'opération, sans action sur les polysulfures très solubles, s'en séparera par refroidissement et pourra en conséquence être récupérée. Son rendement sera de ce fait sensiblement théorique.

« Nous croyons devoir insister d'une façon toute spéciale sur l'importance de cette diffusion ; dans la plupart des cas, la majeure partie de la baryte pouvant ainsi être recueillie dans le compartiment anodique, quelquefois même elle s'y retrouve presque en totalité. Nous ne croyons pas que l'on puisse admettre une diffusion pure et simple ou un transport de la cathode à l'anode. Il se passe probablement là un phénomène tout spécial que nous n'avons pas étudié. Le transport dans le compartiment anodique des ions OH ne suffit pas non plus à expliquer ce phénomène, même dans le cas où le liquide anodique ne renferme que de la baryte.

» Parmi les nombreux essais que nous avons faits, nous décrirons les deux suivants à titre d'exemples :

» Dans un appareil en fer servant de cathode et présentant une surface utile de 20^{dm^2} environ, se trouvait un poreux renfermant une anode en fer de 9^{dm^2}.

» Le compartiment anodique était rempli d'une solution tenant 1660^g de sulfure de baryum hydraté ($BaS, 5H^2O$). Dans le compartiment cathodique, nous avons mis 295^g de baryte hydratée pour 3^l de solution.

» L'intensité du courant a été maintenue pendant $6^h 15^m$ à 30^{amp}, ce qui donnait comme densité de courant :

$$Da = 3^{amp} \text{ par décim. carré} \quad \text{et} \quad Dc = 1^{amp},5 \text{ par décim. carré.}$$

» La tension aux bornes est restée à $2^{volts},3$ une fois l'appareil en marche normale.

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 1195.

A la fin de l'opération la force contre-électromotrice était de $0^{volt},6$. La température est restée constante aux environs de 65°.

» Nous avons recueilli, dans le compartiment cathodique, 378^g de baryte, soit une augmentation de 83^g. La quantité qui aurait dû être obtenue théoriquement étant de 1080^g, le rendement n'était donc que de 8,15 pour 100. Le liquide anodique pris en masse donna au contraire 810^g de baryte, soit 75 pour 100 de la théorie. La production totale de 893^g de baryte correspondait à un rendement de 83,15 pour 100. Si l'on considère la baryte contenue dans les interstices du poreux et celle restant en solution dans les 3800^{cm^3} d'eaux mères du liquide anodique, on voit que le rendement est sensiblement théorique.

» En ramenant à la quantité d'énergie fournie à l'appareil, on trouve plus de 2^{kg} de baryte par kilowattheure.

» Dans l'essai précédent la tension aux bornes était encore relativement élevée par rapport à celle constatée d'une façon générale dans nos essais. L'expérience suivante, faite dans le but d'étudier un diaphragme de nature spéciale, nous a donné des résultats intéressants.

» Le vase poreux méplat contenant 500^{cm^3} d'une solution de baryte à $42^g,5$ par litre renfermait une cathode de $(13 \times 15)^{cm^2}$, de chaque côté du poreux se trouvait une anode de $(13 \times 17)^{cm^2}$ plongeant dans 1175^{cm^3} d'une solution de sulfure à 377^g par litre. Avec une intensité de 10^{amp}, la tension aux bornes s'est maintenue pendant 4 heures entre $1^{volt},5$ et $1^{volt},6$. La densité de courant était dans ce cas, il est vrai, assez faible, puisque l'on avait

$$Da = 2^{amp} \text{ par décim. carré} \quad \text{et} \quad Dc = 2^{amp} \text{ par décim. carré.}$$

» D'une façon générale, avec le dispositif employé dans le premier essai, avec une densité de courant anodique de 4^{amp} à 5^{amp} par décimètre carré et une densité de courant cathodique environ moitié, on obtient de $1^{volt},7$ à $1^{volt},9$ comme différence de potentiel aux bornes. D'ailleurs, comme nous l'avons fait remarquer à propos de l'électrolyse du sulfure de sodium ([1]), en raison de la faible tension de décomposition des sulfures, la résistance du diaphragme a une importance très marquée.

» *Remarques et conclusions.* — Les remarques que nous avons faites au sujet de l'électrolyse du sulfure de baryum sans diaphragme s'appliquent également au cas présent.

» L'addition de chlorure de baryum ou d'un chlorure alcalin soit dans un compartiment, soit dans les deux, ne modifie pas la marche générale de l'opération. Dans le compartiment cathodique le sulfure peut être remplacé, comme nous venons de le voir, par le chlorure; il peut l'être également, comme dans les exemples précités, par une solution de baryte ou par les eaux mères d'une opération précédente.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1134. Voir au sujet de l'oxydation du sulfure de sodium par électrolyse : SCHEURER-KESTNER, *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XXXVI, p. 46, et 3e série, t. XVII, p. 99.

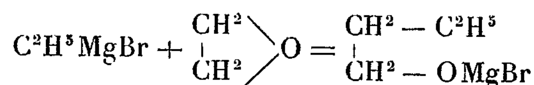
» Le chlorure présente l'inconvénient de ne pas permettre l'emploi du fer comme anode. L'usage de baryte comme liquide cathodique explique dans une certaine mesure, comme nous l'avons vu, le passage de cette base dans le compartiment anodique, mais cela n'est pas un inconvénient puisque l'on peut facilement la séparer des polysulfures très solubles. On n'a donc aucun avantage à employer le sulfure de baryum, difficile au contraire à séparer de la baryte, la solubilité des deux produits étant du même ordre de grandeur.

» Quant à la solution de polysulfures, on peut l'utiliser pour en extraire le baryum, à l'état de sels, et le soufre, soit au moyen de la solution elle-même, soit au mieux en saturant à chaud de sulfure de baryum; les polysulfures insolubles, dans ces conditions, précipitent au fond de l'appareil. La solution anodique se trouve ainsi régénérée et a retrouvé sa couleur primitive jaune clair devenue plus foncée du fait de la formation des polysulfures.

» On voit d'après cet exposé succinct de nos recherches que l'électrolyse du sulfure de baryum offre un procédé simple de fabrication de baryte hydratée, présentant, à côté de l'avantage de n'exiger qu'une très faible dépense d'énergie, celui de partir d'un produit dérivant directement du sulfate de baryum et constituant la matière première par laquelle on passe généralement pour la fabrication des sels de baryum. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mode de scission des combinaisons organomagnésiennes mixtes. Action de l'oxyde d'éthylène.* Note de M. V. **Grignard**, présentée par M. H. Moissan. (Extrait.)

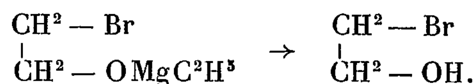
« Dans les nombreuses réactions synthétiques réalisées jusqu'ici, dans des voies diverses, au moyen des combinaisons organomagnésiennes mixtes de formule RMgX, on a toujours observé que ces combinaisons se scindaient de la même manière dans les deux groupements monovalents R et MgX. Une seule exception à cette règle a été signalée par M. Blaise ([1]), qui a trouvé qu'avec l'oxyde d'éthylène et C^2H^5MgBr, la réaction prévue :



$$C^2H^5MgBr + \begin{array}{l} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{array}\!\!>\!O = \begin{array}{l} CH^2 - C^2H^5 \\ | \\ CH^2 - OMgBr \end{array}$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 551.

ne se faisait que très imparfaitement, tandis que la réaction principale conduisait à la formation de la monobromhydrine du glycol. M. Blaise a interprété ce résultat en admettant que, dans ce cas particulier, le composé magnésien se scindait en MgC^2H^5 et Br pour donner



$$\begin{array}{l} CH^2 - Br \\ | \\ CH^2 - OMgC^2H^5 \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} CH^2 - Br \\ | \\ CH^2 - OH. \end{array}$$

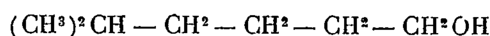
» Cette unique exception avait d'autant plus lieu d'étonner que la présence de la bromhydrine paraissait pouvoir s'expliquer très aisément par l'action de l'oxyde d'éthylène non attaqué et resté en solution dans l'éther sur le bromure de magnésium qui se forme quand on traite la combinaison organométallique par l'eau. C'est la réaction signalée par Würtz sur le chlorure de magnésium, et je me suis assuré qu'avec le bromure elle se réalisait encore avec la plus grande facilité.

» Ces considérations m'ont conduit à reprendre les expériences de M. Blaise, afin de rechercher s'il n'était pas possible de leur donner une autre interprétation.

» 1° Dans une demi-molécule de C^2H^5MgBr, refroidi au-dessous de 0°, j'ai fait tomber 13g d'oxyde d'éthylène dilué dans 50g d'éther anhydre et refroidi à −15°. Après 24 heures, j'ai distillé l'éther afin d'enlever l'oxyde d'éthylène qui n'aurait pas réagi, et j'ai constaté tout d'abord qu'il ne passait pas d'oxyde d'éthylène en quantité appréciable. Lorsque l'éther a été à peu près complètement chassé, il s'est déclaré une violente réaction avec dégagement de chaleur considérable et foisonnement de la masse qui arrive à remplir tout le ballon.

» Cette combinaison a été traitée par l'eau glacée et immédiatement soumise à l'entraînement par la vapeur d'eau. J'ai obtenu ainsi l'alcool butylique normal avec un rendement de 82 pour 100 par rapport à l'oxyde d'éthylène et pas trace de bromhydrine.

» 2° J'ai repris l'expérience avec i-$C^5H^{11}MgBr$ en excès : j'ai observé identiquement les mêmes phénomènes et je suis arrivé finalement à l'alcool isoheptylique



$$(CH^3)^2CH - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH^2OH$$

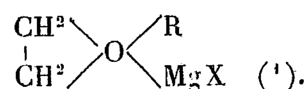
avec un rendement de 75 pour 100 (après purification), sans la moindre trace de bromhydrine.

» L'alcool isoheptylique, encore peu connu, est un liquide assez mobile, dont l'odeur forte rappelle l'alcool amylique, sans être irritante; il bout à 167°-169°, sous 755mm : $d_0 = 0,8311$, $d^4_{11,5} = 0,8249$, $n_D = 1,42538$. Son acétate a une odeur fruitée un peu différente de celle de l'acétate d'amyle; il bout à 183°-185° sous 748mm : $d_0 = 0,8861$, $d^4_{11,7} = 0,8757$, $n_D = 1,41739$.

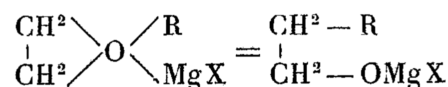
» Ces deux expériences, parfaitement concordantes, me permettent de

proposer l'explication suivante qui fait rentrer l'action des combinaisons magnésiennes sur l'oxyde d'éthylène dans la règle générale :

» L'oxyde d'éthylène, en sa qualité d'éther-oxyde et en raison de ses affinités spéciales, est capable de se substituer à l'oxyde d'éthyle dans les combinaisons organomagnésiennes en donnant la combinaison



» C'est la première phase de la réaction. Si l'on traite à ce moment par l'eau, l'oxyde d'éthylène, remis en liberté, pourra réagir sur le sel de magnésium formé en même temps, et donner, par exemple, la bromhydrine observée par M. Blaise. Mais si l'on distille l'éther, l'oxyde d'éthylène qui est fixé ne passera pas et lorsque, par suite de la disparition du dissolvant, la température pourra s'élever suffisamment, la deuxième phase de la réaction se produira avec rupture de la chaîne de l'oxyde d'éthylène, de la manière suivante :



» Le traitement par l'eau fournira alors uniquement le deuxième homologue supérieur de l'alcool ROH et nous avons vu que cette réaction pouvait se réaliser avec d'excellents rendements. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acétones à fonction acétylénique. Nouvelle méthode de synthèse des pyrazols.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **M. Brachin**, présentée par M. H. Moissan.

« Les acétones à fonction acétylénique de la forme $R - C \equiv C - CO - R'$, qui prennent naissance soit dans l'action des chlorures ou des anhydrides d'acides sur les carbures acétyléniques sodés $R - C \equiv CNa$, soit dans la condensation des mêmes dérivés sodés avec les éthers-sels, présentent, avec

---

(1) J'ai cru devoir préférer à la formule de Baeyer et Villiger $\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix} > O < \begin{matrix} MgR \\ X \end{matrix}$, (*Ber.*, 1902, p. 1202), celle indiquée ci-dessus qui correspond au mode de scission des combinaisons magnésiennes, qui explique mieux leur résistance à l'action du sodium et qui permet, seule, d'interpréter les résultats rapportés dans cette note.

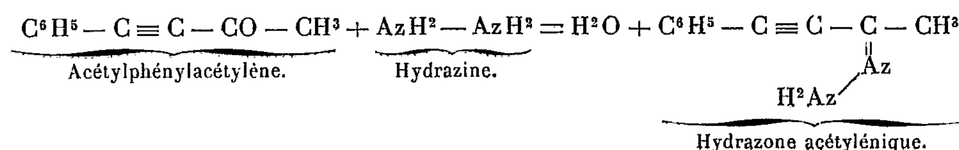
les dicétones-β R — CO — CH^2 — R′, les plus étroites affinités. C'est ainsi qu'elles fournissent ces dernières lorsqu'on les hydrate par l'intermédiaire de l'acide sulfurique et qu'elles subissent, sous l'action des alcalis, des dédoublements analogues à ceux qui caractérisent les dicétones-β [1]. L'étude comparative des deux classes de substances méritait d'être poussée plus avant.

» Une des réactions les plus intéressantes qu'on connaisse des dicétones-β est la formation de pyrazols sous l'action des hydrazines. Nous montrons, dans la présente Note, que la même propriété se retrouve, et avec une netteté au moins égale, chez nos acétones acétyléniques, en sorte que la réaction constitue une nouvelle méthode de synthèse des pyrazols.

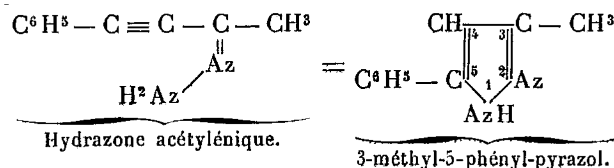
» Nous avons étudié quatre acétones, le benzoylœnanthylidène ou benzoylamylacétylène, l'acétylphénylacétylène, le benzoylphénylacétylène et le phénylanisylacétylène. En faisant réagir sur ces composés l'hydrazine ou la phénylhydrazine, nous avons chaque fois obtenu, avec des rendements presque quantitatifs, les pyrazols correspondants.

» La réaction se passe nécessairement en deux phases :

» 1° Il y a d'abord formation d'une hydrazone à fonction acétylénique. *Exemple :*



» 2° Dans la seconde phase, l'hydrazone produite s'isomérise en donnant le pyrazol :



» Les composés suivants ont été ainsi obtenus. Ils ne sont pas dédoublables par l'acide chlorhydrique concentré, ce qui établit leur structure cyclique.

---

(1) CH. MOUREU et R. DELANGE, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1259; t. CXXXIV, p. 45; t. CXXXI, p. 710; t. CXXXI, p. 800. — NEF, *Liebig's Annalen*, 1899.

» 3-*phényl*-5-*amylpyrazol* $AzH.AzC^3H(C^6H^5)(C^5H^{11})$. — Obtenu dans l'action de l'hydrazine (sulfate d'hydrazine + acétate de soude) en solution hydroalcoolique sur le benzoylœnanthylidène $C^5H^{11}-C\equiv C-CO-C^6H^5$, ce pyrazol cristallise dans l'éther de pétrole en petits prismes blancs, légers, fusibles à 76°. Il est très soluble dans l'alcool, l'éther et les autres solvants organiques usuels.

» 3-*méthyl*-5-*phénylpyrazol* $AzH.AzC^3H(CH^3)(C^6H^5)$. — On prépare ce composé par l'action de l'hydrazine sur l'acétylphénylacétylène $C^6H^5-C\equiv C-CO-CH^3$, en opérant comme dans le cas précédent. On purifie le produit en le précipitant de sa solution dans l'acide chlorhydrique par le carbonate de soude, et faisant cristalliser le précipité obtenu dans l'eau alcoolisée. Il se présente en longs cristaux filiformes, blancs, très légers, toujours agglomérés, et très difficiles à pulvériser; il est assez soluble dans l'eau bouillante, peu soluble dans l'eau froide, et aisément soluble dans les solvants organiques; il fond à 127°-127°,5. Il fixe immédiatement 2^{at} de brome en solution acétique. L'anhydride acétique le convertit en un dérivé fusible à 41°.

» Ces propriétés identifient notre corps avec celui qui a été préparé par Sjollema (1) dans l'action de l'hydrazine sur la benzoylacétone $C^6H^5-CO-CH^2-CO-CH^3$. La constitution du produit ayant cette dernière origine était douteuse, à cause de la non-symétrie de la benzoylacétone; elle se trouve maintenant établie par sa synthèse, en partant de l'acétylphénylacétylène, et ce composé ne peut être que le 3-méthyl-5-phénylpyrazol.

» 3.5-*diphénylpyrazol* $AzH-AzC^3H(C^6H^5)^2$. — Ce corps a été préparé en faisant réagir l'hydrazine (sulfate d'hydrazine + acétate de soude) en solution alcoolique sur le benzoylphénylacétylène $C^6H^5-C\equiv C-CO-C^6H^5$. Il cristallise dans le benzène en aiguilles blanches, qui fondent à 199°-200° et se subliment vers 202°. Il est identique au produit obtenu par Knorr et Duden en traitant le dibenzoylméthane $C^6H^5-CO-CH^2-CO-C^6H^5$ par l'hydrazine (2).

» 3-*phényl*-5-*méthoxyphénylpyrazol* $AzH.AzC^3H(C^6H^5)(C^6H^4-OCH^3)$. — L'acétone génératrice de ce pyrazol est le phénylanisylacétylène



$$C^6H^5-C\equiv C-CO-C^6H^4(OCH^3),$$

que nous avons préparé suivant les indications de MM. Stockhausen et Gattermann (3), en faisant réagir le chlorure de phénylpropiolyle $C^6H^5-C\equiv C-COCl$ sur l'anisol $C^6H^4OCH^3$ en présence du chlorure d'aluminium. Traité par l'hydrazine dans les mêmes conditions que les acétones précédentes, le phénylanisylacétylène fournit le pyrazol correspondant, qui cristallise dans l'alcool méthylique en fines aiguilles blanches et légères. Les cristaux fondent à 163° quand on plonge dans un bain porté à cette température un tube capillaire qui les contient; si l'on fait agir lentement la chaleur, on observe que la fusion n'est complète qu'à 170°.

» 1.3.5-*triphénylpyrazol* $Az(C^6H^5)-AzC^3H(C^6H^5)^2$. — On traite à chaud le benzoylphénylacétylène par la phénylhydrazine en solution alcoolique, et le dépôt

---

(1) *Liebig's Annalen*, t. CCLXXIX, p. 248.
(2) *Berichte der deutsch. chem. Gesell.*, t. XXVI, p. 115.
(3) *Ibid.*, t. XXV, p. 3537.

cristallin obtenu est purifié par cristallisation dans l'éther, où le produit est peu soluble à froid. Ce pyrazol se présente en bâtonnets légers, sensiblement incolores, fusibles à 139°,5. Le produit obtenu par Knorr et Laubmann en traitant le dibenzoylméthane par la phénylhydrazine fondait à 137°-138° (1).

» *En résumé*, les acétones acétyléniques $R - C \equiv C - CO - R'$, en réagissant sur les hydrazines, fournissent, comme les dicétones-β, des pyrazols. Ce nouveau mode de synthèse permettra de fixer, d'une manière certaine, la constitution des pyrazols préparés avec les dicétones-β non symétriques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques produits d'addition de l'acide vinylacetique.* Note de M. **R. Lespieau**, présentée par M. Haller. (Extrait.)

« L'isomérie des acides crotonique et isocrotonique a été successivement interprétée de deux manières : on a primitivement admis que l'acide isocrotonique n'était autre que l'acide vinylacétique $CH^2 = CH - CH^2 - CO^2H$; puis on s'est rallié à l'opinion que c'était un stéréo-isomère de l'acide crotonique, répondant comme lui à la formule plane $CH^3 - CH = CH - CO^2H$.

» Toutefois, on pouvait regarder la question comme n'étant pas définitivement résolue, les arguments fournis en faveur de la seconde manière de voir ne présentant rien de décisif. En vue de contribuer à l'étude de ce problème, je me suis proposé d'obtenir les acides



$$CH^2Cl - CHCl - CH^2 - CO^2H \quad \text{et} \quad CH^2Br - CHBr - CH^2 - CO^2H.$$

» J'ai décrit précédemment (*Comptes rendus*, 1898, 1899 et 1900) comment j'avais obtenu l'acide 3.4-dichlorobutanoïque, puis établi sa constitution. Cet acide fond à 49°-50°, tandis qu'en fixant du chlore sur l'acide isocrotonique on obtient un corps fondant à 63° (Michael). Je suis arrivé aux composés bromés par un procédé analogue à celui qui m'avait donné les composés chlorés :

» En fixant l'acide prussique sur l'épibromhydrine, soit en 50 heures à 70° en tube scellé, soit en 15 jours à froid, on obtient le nitrile alcool $CH^2Br - CHOH - CH^2CAz$, bouillant à 149°-150° sous 12^{mm}. Traité par le bromure phosphoreux, en solution chloroformique, le nitrile précédent fournit le composé $CH^2Br - CHBr - CH^2 - CAz$, bouillant à 124°-126° sous 8^{mm} et dont la densité à 0° est égale à 2,02.

(1) *Berichte der deutsch. chem. Gesell.*, t. XXI, p. 1206.

» En désaccord avec un travail classique (*Traité de Beilstein*, 2e éd., p. 1468), j'ai rencontré le même nitrile parmi les produits résultant de la fixation du brome sur le cyanure d'allyle, ainsi que je l'indiquerai prochainement.

» La saponification du nitrile 3,4 dibromobutanoïque par l'acide bromhydrique fumant vers 110°, m'a conduit à l'acide $CH^2Br - CHBr - CH^2 - CO^2H$ fondant à 49°-50°, comme l'acide chloré correspondant. Cet acide, chauffé avec de l'eau, se lactonise facilement, ce qui s'accorde bien avec la position en γ de l'un des halogènes.

» M. Michael, en fixant du brome sur l'acide isocrotonique, est arrivé à un acide isomérique du précédent, fondant à 58°-59° et ne se lactonisant pas.

» J'avais d'abord essayé la saponification par un courant d'acide chlorhydrique du nitrile dibromé placé dans l'eau bouillante; il en était résulté un acide fondant encore à 49°-50°, mais son analyse et sa cryoscopie m'apprirent que c'était l'acide $CH^2Cl - CHBr - CH^2 - CO^2H$. L'interprétation de ce résultat est simple : l'acide dibromé donne, en présence d'eau, une lactone que l'acide chlorhydrique en excès ouvre à nouveau.

» La découverte d'un acide buténoïque $C^4H^6O^2$, distinct des acides crotoniques, a été réalisée il y quelques années à partir de l'acide β-oxyglutarique, mais les propriétés qu'on lui connaissait étaient si peu distinctes de celles de l'acide isocrotonique que M. Fichter, dans un Mémoire (*D. ch. G.*, t. XXXII, p. 2799), admettait comme possible l'identité des deux composés.

» Récemment (*D. ch. G.*, t. XXXV, p. 938), il a exclu cette possibilité en s'appuyant sur ce fait que le nouvel acide, fixant 2at de brome, devient un acide dibromobutanoïque fondant à 49°-50° et susceptible de donner facilement un lactone, propriétés n'appartenant pas aux produits d'addition du brome aux acides crotoniques.

» On voit que le travail de M. Fichter et le mien se prêtent sur ce point un mutuel appui. Nos deux acides dibromés présentant le même point de fusion, la même tendance à se lactoniser, sont identiques; la constitution de celui que j'ai obtenu n'est point douteuse, étant donnés son mode de préparation et sa transformation en acide crotonique lorsqu'on le traite par l'acide iodhydrique, puis par l'amalgame de sodium; c'est bien l'acide $CH^2BrCHBr - CH^2 - CO^2H$; l'acide $C^4H^6O^2$, qui le donne en fixant 2at de brome, est donc l'acide vinylacétique $CH^2 = CH - CH^2CO^2H$ et, comme il diffère de l'acide isocrotonique, ce dernier ne saurait être représenté par cette même formule. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation électrolytique : 1° du manganèse d'avec le fer; 2° de l'aluminium d'avec le fer ou le nickel; 3° du zinc d'avec le fer.* Note de MM. **Hollard** et **Bertiaux**, présentée par M. Arm. Gautier.

« 1° *Séparation du fer et du manganèse.* — La séparation du manganèse d'avec le fer, qui est si difficile par l'analyse gravimétrique, paraît très

simple, au contraire, par voie électrolytique. Il semble, en effet, qu'on puisse aisément précipiter à la fois le manganèse à l'état de peroxyde sur l'anode et le fer sur la cathode. En réalité le peroxyde de manganèse entraîne avec lui à l'anode une partie du fer dans un état d'oxydation probablement très élevé.

» Nous avons réussi à éviter cet entraînement du fer et à rendre la séparation électrolytique aussi simple que rigoureuse par l'addition d'*acide sulfureux* à la solution de fer et de manganèse. Cette solution, qui contient les métaux à l'état de sulfates, contient en outre du citrate d'ammoniaque, du sulfate d'ammoniaque et un léger excès d'ammoniaque ([1]).

» L'action réductrice de l'acide sulfureux agit d'une part pour retarder la formation du peroxyde de manganèse à l'anode et d'autre part pour accélérer la précipitation du fer sur la cathode; en effet, l'équivalent électrochimique du fer dans les sels ferreux est supérieur à celui qu'il possède dans les sels ferriques et, de plus, en l'absence de ce dernier, le dépôt cathodique ne tend plus à se redissoudre dans le bain.

» On dépose le fer sur une cathode à grande surface (toile de platine); l'anode correspondante présente au contraire peu de surface (spirale de platine) (voir leurs descriptions : *Bull. Soc. chim.*, t. XXIX, 1903, p. 162). L'électrolyse se fait à la température de 48° avec un courant de 1^{amp}, le volume de la solution ayant été porté à 300^{cm^3}.

» Avec une proportion convenable d'acide sulfureux, le fer se dépose complètement sur la cathode avant l'arrivée du peroxyde de manganèse à l'anode. On le dissout dans de l'acide sulfurique au $\frac{1}{5}$ qu'on fait bouillir, on laisse refroidir dans un courant de CO^2 et on dose au permanganate.

» Pour précipiter le manganèse, on électrolyse le bain débarrassé de fer avec une anode à grande surface (toile de platine) et une cathode à petite surface (la spirale même qui a servi d'anode à l'électrolyse du fer et qui a pu commencer à se recouvrir de peroxyde de manganèse). La température du bain doit être de 90°-95° pendant le cours de l'électrolyse et le courant de 1^{amp}. L'excès de SO^2 ne tarde pas à être oxydé grâce à l'apport de l'oxygène anodique et le manganèse apparaît alors sous forme de peroxyde. Au bout de quelques heures, le manganèse est complètement déposé. On retire alors l'anode en interrompant le courant après avoir rendu le bain légèrement ammoniacal. On ne peut pas peser l'anode, car, d'une part, à la dessiccation, son poids varierait constamment, d'autre part, le peroxyde de manganèse n'adhérant pas forte-

(1) La solution des sulfates de fer et de manganèse qui peut contenir quelques gouttes de SO^4H^2 libre est additionnée de 5^g d'acide citrique, de 25^{cm^3} à 50^{cm^3} (suivant la quantité de fer) d'une solution saturée de SO^2, de 25^{cm^3} d'ammoniaque à 22° B.; on revient à la neutralité par addition de SO^4H^2. Enfin on alcalinise avec quelques centimètres cubes d'ammoniaque.

ment à la toile de platine, une partie du manganèse peut tomber au fond du verre, surtout si la quantité de manganèse à séparer est importante; enfin, nous avons constaté que le peroxyde de manganèse anodique contient des superoxydes ([1]). Aussi nous dosons le peroxyde de manganèse volumétriquement après avoir fait passer les superoxydes à l'état de MnO^2. Ces superoxydes disparaissent par le simple séjour d'une demi-heure environ du peroxyde de manganèse dans le bain, après qu'on a supprimé le courant et retiré la cathode. Avant d'enlever le courant, il faut avoir bien soin de s'assurer que le bain contient encore un excès d'ammoniaque, sinon, il convient d'ajouter l'ammoniaque nécessaire.

» Le dosage volumétrique de MnO^2 s'effectue de la façon suivante : on introduit la toile recouverte de MnO^2 et lavée à l'eau bouillante dans une éprouvette aussi étroite que possible (et bouchée à l'émeri). On filtre le MnO^2 tombé au fond du verre sur de l'amiante (préalablement calciné et lavé avec HCl étendu). On lave MnO^2, puis on l'introduit avec son amiante dans l'éprouvette. On verse alors dans le même récipient 50^{cm^3} de HCl ($d = 1.035$), 5^{cm^3} de IK à 60 pour 100 et de l'eau jusqu'à ce que la toile soit recouverte; enfin on verse 5^{cm^3} de CS^2, on bouche l'éprouvette, on l'agite et on laisse reposer 30 minutes. Le chlore dégagé par MnO^2 libère l'iode qui se dissout dans CS^2; on le titre à l'hyposulfite. Ce réactif est ajouté jusqu'à ce que le sulfure de carbone ne soit plus coloré en rose. La dissolution de l'iode dans CS^2 est indispensable pour que la réaction soit complète.

» 2° *Séparation du fer et de l'aluminium.* — L'emploi de SO^2 nous a été d'un grand secours pour la séparation électrolytique du fer d'avec l'aluminium. Les métaux, à l'état de sulfates, additionnés de citrate d'ammoniaque et de SO^2, sont électrolysés dans les mêmes conditions que pour la séparation du fer d'avec le manganèse. SO^2 a pour effet d'empêcher : d'une part, la précipitation, au cours de l'électrolyse, de l'alumine, qui pourrait entraîner du fer, d'autre part, la précipitation du fer à l'état de sels basiques au cours de l'électrolyse.

» 3° *Séparation du fer et du zinc.* — L'emploi de SO^2 nous a encore permis de séparer le zinc d'avec le fer en faisant passer ce métal à l'état de ferrocyanure de potassium. A cet effet, dans la solution de fer et zinc, à l'état de sulfates, additionnée de SO^2 (25^{cm^3} à 50^{cm^3} suivant la quantité de fer) et rendue presque neutre par addition de soude, on introduit 15^{cm^3} de cyanure de potassium à 20 pour 100, puis 50^{cm^3} de soude à 15° B. On étend à 300^{cm^3}, on électrolyse à froid avec un courant de 0,3 ampère. Le zinc se dépose alors seul ([2]). »

([1]) Comparez : A. Hollard; *Sur l'existence des superoxydes électrolytiques de plomb, de nickel et de bismuth* (*Comptes rendus*, 26 janvier 1903).

([2]) A la vérité, il se dépose avec le zinc 2^{mg} à 3^{mg} de fer dosable au permanganate.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la réaction au violet de méthyle sulfureux.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Arm. Gautier. (Extrait.)

« Dans un système formé par une eau tenant en dissolution de l'oxygène, du leucochlorhydrate du violet de méthyle sulfureux (chlorhydrate de pararosaniline hexaméthylée) et de l'acide sulfureux, l'oxygène est d'abord absorbé par le leucosel qui passe à l'état de violet; à son tour, ce dernier est réduit par l'acide sulfureux, qui est changé en acide sulfurique, et ces réactions se poursuivent ainsi jusqu'à la disparition de l'oxygène dissous.

» D'où il résulte que la régénération de la couleur est accompagnée, d'une part, de l'absorption de l'oxygène dissous; d'autre part, de la transformation de l'acide sulfureux en acide sulfurique.

» Les recherches que j'ai faites ont pour but d'établir la relation qui existe entre les indications fournies par le réactif et la pureté des eaux.

» Les essais énumérés dans le Tableau suivant ont été effectués dans des conditions semblables; 250^{cm^3} d'eau étaient additionnés de 2^{cm^3} de réactif; après 15 à 20 minutes de contact, l'acide sulfureux était dosé. Les nombres inscrits dans la deuxième colonne représentent les différences entre 17^{cm^3}, volume d'iode $\frac{n}{10}$ correspondant à 2^{cm^3} de réactif, et celui qui était donné par le dosage.

Eaux analysées.	Iode $\frac{n}{10}$ absorbé.	Colorations obtenues.
	cm³	
1. Eau distillée	0,0	nulle.
2. Eau distillée + $2^{cm^3},5$ CO^3Na^2 $\frac{n}{10}$	2,2	violet pourpre.
3. » + 5^{cm^3} CO^3Na^2 $\frac{n}{10}$	2,3	id.
4. » agitée avec CO^3Ca et filtrée	2,1	violet.
5. Eau de la Compagnie	2,6	id.
6. Eau de la Compagnie + $2^{cm^3},5$ ou $5^{cm^3},0$ CO^3Na^2 $\frac{n}{10}$	2,5	violet pourpre.
7. » + 1^{cm^3} SO^4H^2/n	0,0	nulle.
8. Eau de la Compagnie après ébullition, départ de l'oxygène et précipitation de CO^3Ca	0,0	nulle.

» L'examen des chiffres inscrits dans la deuxième colonne montre que la proportion d'acide sulfureux est restée invariable pour les eaux n°s 1, 7, 8; comme la couleur primitive n'a point été régénérée, il n'y a pas eu absorption d'oxygène, d'où il résulte que la présence d'une petite quantité d'un carbonate alcalin ou alcalino-terreux communique à l'eau des pro-

priétés actives; non seulement l'acide sulfureux est converti en acide sulfurique, mais aussi la couleur est régénérée, ainsi qu'il résulte de l'examen de la troisième colonne.

» La proportion de carbonate nécessaire pour la recoloration du violet doit être suffisante pour convertir le bisulfite du réactif en sulfite neutre, autrement l'oxygène n'est point fixé, la couleur régénérée, et l'acide sulfureux converti en acide sulfurique.

» Il reste à établir les rapports qui existent entre ces données expérimentales et le fait que les eaux pures des produits de la putréfaction recolorent le violet.

» Les deux facteurs principaux de la régénération de la couleur sont le carbonate calcaire et l'oxygène, mais ce dernier n'agit qu'en présence du premier; donc toute cause de nature à diminuer la proportion du carbonate aura pour conséquence de rendre l'eau inactive.

» Les diverses matières apportées par la contamination peuvent être rangées autour de trois types principaux : les corps gras, les hydrates de carbone, les matières albuminoïdes. Par hydrolyse simple ou hydrolyse suivie de fermentation, les uns et les autres aboutissent à des acides gras qui décomposent les carbonates terreux de l'eau et provoquent indirectement l'inertie de l'eau au réactif.

» La présence des acides gras et leur proportion étant intimement liée à la pureté organique de l'eau, on s'explique les relations qui existent entre la contamination et les indications fournies par le violet sulfureux [1]. Ces faits s'observent le mieux avec les eaux dont le degré hydrotimétrique est peu élevé, 15° environ. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la mesure des échanges respiratoires en milieu aquatique*. Note de MM. **J.-P. Bounhiol** et **A. Foix**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Pour l'étude méthodique des échanges respiratoires en milieu aquatique, si importants au point de vue biologique, tous les procédés basés sur l'observation des animaux en atmosphère liquide confinée doivent être repoussés pour les mêmes raisons qui les ont fait repousser depuis longtemps dans l'étude respiratoire des animaux aériens.

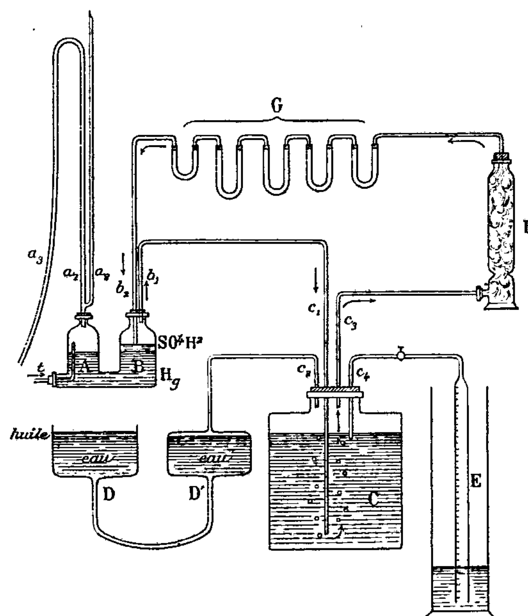
(1) *Comptes rendus*, 1902.

» Il faut, de toute nécessité, restituer à l'eau l'oxygène au fur et à mesure de sa consommation et lui enlever l'anhydride carbonique au fur et à mesure de sa production dans l'acte respiratoire.

» L'un de nous a déjà essayé de réaliser cette double condition par le passage, à une vitesse convenable, d'un courant continu d'air ordinaire à travers l'eau où respiraient les animaux étudiés ([1]). Mais dans ces conditions les résultats obtenus n'ont pu être suffisamment complets.

» Nous avons, dès lors, essayé de faire circuler régulièrement, et d'une manière indéfinie, une masse connue d'air dans un circuit fermé sur le trajet duquel le récipient à expériences serait interposé et où les pertes en oxygène seraient automatiquement réparées, comme l'avaient déjà fait Jolyet et Regnard, mais avec un dispositif plus sensible et plus simple :

» Un récipient C, de dimensions appropriées, est rempli d'un volume d'eau connu. Son ouverture est fermée par une broche de liège soigneusement lutée et paraffinée



sur ses deux faces. Elle est traversée par un thermomètre et par quatre tubes c_1, c_2, c_3, c_4. Le premier, c_1, amène l'air mis en mouvement par la pompe AB; le deuxième, c_2, aboutit à un régulateur de pression DD'. (On peut donner à la section des vases D, D,

([1]) *Comptes rendus*, 3 juin 1901, et *Annales des Sciences naturelles : Zoologie*, 8e série, t. XVI.

une valeur telle que le volume d'air refoulé détermine entre les niveaux de l'eau en D et D′ une différence de hauteur aussi petite que l'on veut.) Le troisième tube, c_3, conduit l'air, à sa sortie du récipient, dans une éprouvette desséchante F, puis dans une série de tubes tarés contenant respectivement de la ponce imbibée d'une solution concentrée de potasse, des cristaux de baryte humide, de la ponce sulfurique, du chlorure de calcium ou de la potasse fondue. Le circuit se referme en b_2 dans le corps de pompe. Le quatrième tube, c_4, légèrement effilé à son extrémité, plonge de 1^{mm} ou 2^{mm} dans l'eau du récipient et est en relation avec un tube gradué en dixièmes de centimètre cube, plongeant dans l'eau d'une éprouvette à pied. Le tube gradué et le tube de communication sont exactement remplis d'oxygène pur obtenu par la décomposition du chlorate de potasse pur.

» Pour mettre l'air en mouvement dans ce circuit, nous avons utilisé une pompe aspirante et foulante à mercure AB, sans soupape et sans joints, et actionnée par un simple écoulement d'eau à travers un siphon intermittent.

» Pour éviter le désamorçage spontané, avec écoulement continu dans le cas de débit très faible par le tube t, le tube de descente a_3 doit avoir un diamètre plus faible que le tube d'ascension. Le temps mis par l'eau pour remplir la branche ascendante, temps qu'on peut faire varier à volonté, représente la durée de l'abaissement du mercure en A et de son ascension en B, c'est-à-dire la durée du refoulement. Le temps pendant lequel l'écoulement se fait par le tube a_3 est celui pendant lequel l'oscillation inverse se produit, c'est-à-dire la durée de l'aspiration en B. Ce temps peut être aussi modifié dans de grandes limites.

» Dans le flacon B, le tube de refoulement b_1 dépasse le bouchon de quelques millimètres; le tube d'aspiration, au contraire, est tangent à la surface de l'acide sulfurique dans la position d'équilibre du système. De cette manière, la circulation de l'air se fait toujours dans le même sens et les colonnes liquides alternativement soulevées en b_2 pendant le refoulement, en c_1 pendant l'aspiration, fonctionnent comme des soupapes parfaites.

» Les barboteurs à liquides ont été évités sur tout le circuit pour permettre à la masse totale d'air qui s'y trouve enfermée de se mettre facilement et rapidement en équilibre de pression dès qu'on arrête le jeu de la pompe.

» Quand des animaux respirent en C, l'anhydride carbonique qu'ils produisent est entraîné et retenu dans les tubes absorbants qu'il suffit de peser. L'oxygène, au fur et à mesure de sa disparition dans l'eau, se redissout aux dépens de l'air qui passe, dont la pression tend par conséquent à diminuer. L'arrivée, par petites bulles très espacées, de l'oxygène en c_4 ramène incessamment l'air intérieur à la fois à sa pression et à sa composition primitives.

» En ajoutant de l'eau de temps en temps dans l'éprouvette à pied, on ramène la pression intérieure à la pression atmosphérique extérieure et une simple lecture, suivie d'une correction de température et de pression, s'il y a lieu, suffit pour donner, à chaque instant, la quantité d'oxygène consommée. La lecture doit être faite, après interruption de l'eau en t et équilibre de tout le système.

» Le volume total de l'air du circuit étant préalablement mesuré, on fait une analyse des gaz de l'eau au moyen de la pompe à mercure, avant et après une expérience dont la durée peut être aussi grande que l'on veut, ainsi qu'une analyse de l'atmo-

sphère intérieure par l'excellent appareil de Bonnier et Mangin ou par tout autre procédé, après l'expérience.

» Nous ajouterons que ces deux dernières opérations peuvent être supprimées facilement dans une même série d'expériences. Par la vitesse d'écoulement de l'eau en t, la hauteur et les diamètres du siphon, la section des flacons A et B, il est possible, en effet, après quelques tâtonnements, de réaliser une série de réglages très sensibles et très précis correspondant à tous les régimes possibles et, en particulier, dans chaque cas respiratoire, au régime caractérisé par la constance de la composition des gaz de l'eau et de l'air du circuit. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Les glandes mandibulaires des larves de Lépidoptères.* Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Un certain nombre de larves de Lépidoptères (*Cossus, Acherontia, Pieris, Stauropus,* etc.) possèdent une paire de glandes tubuleuses, à surface externe a peu près lisse et régulière, et pourvues parfois d'un réservoir collecteur bien développé (*Cossus ligniperda*) ([1]). Ces organes sont situés dans la région thoracique antérieure, de chaque côté de l'œsophage, et vont déboucher à la face interne de la base des mandibules. La nature de leurs fonctions n'est pas encore nettement élucidée. Ce sont peut-être des organes défensifs, et l'odeur forte et pénétrante que dégage leur produit de sécrétion (spécialement chez la larve du *Cossus*) sert, sans doute, à protéger l'animal en éloignant ses ennemis.

» Nous allons décrire ici les glandes mandibulaires des larves d'*Acherontia atropos* L., de *Pieris brassicœ* L. et de *Stauropus fagi* L.

» Les *glandes mandibulaires* sont très développées chez la larve d'*Acherontia* et sont constituées par deux tubes blanchâtres, de 15^{mm} à 20^{mm} de longueur, irréguliers et à parois légèrement boursouflées. L'extrémité postérieure de la glande se termine en cœcum arrondi. Ce dernier est situé à l'extrémité dorsale antérieure de l'intestin moyen. L'organe se dirige en avant, contourne l'œsophage, décrit quelques sinuosités et va finalement s'unir à l'apodème du muscle adducteur de la mandibule. Cet apodème présente un canal aplati qui n'est que la continuation du canal excréteur, très court, de la glande. Ses parois chitineuses font directement suite à l'intima de l'organe et servent de point d'attache, de part et d'autre, à de nombreux faisceaux musculaires. La glande débouche, à la partie inféro-interne de la mandibule, par un orifice ovale limité par deux lèvres cornées.

---

(1) Les glandes mandibulaires du *Cossus ligniperda* ont été décrites successivement par Lyonet, Meckel et surtout par Henseval (1897). Ce dernier zoologiste a également étudié la nature du produit de sécrétion de ces organes.

» La surface externe de la glande est irrégulière, boursouflée, mamelonnée et d'apparence verruqueuse. Son lumen central est, de même, irrégulier, étoilé (à 3 branches) et limité par une intima portant, à sa surface, de petites épines chitineuses.

» Les glandes mandibulaires des larves de *Pieris brassicæ* sont également cylindriques et à parois externes à peu près lisses. Elles sont dépourvues de réservoir collecteur, comme celles d'*Acherontia,* et d'épines chitineuses internes. Leur partie terminale porte un petit renflement en forme de bourrelet granuleux, situé un peu en avant de l'apodème du muscle adducteur de la mandibule.

» Les glandes du *Stauropus fagi* diffèrent des précédentes par leur structure, leur forme et leur mode d'embouchure. Elles sont situées à la base et du côté externe de la mandibule, et mesurent à peine de $1^{mm},5$ à 2^{mm} suivant leur plus grand diamètre. Leur couleur est blanchâtre et leur forme ovoïde. A la face dorsale existe un léger sillon longitudinal, donnant parfois à l'organe une apparence bilobée. Un canal excréteur, court et cylindrique, part de l'extrémité antérieure de chaque organe et s'engage dans l'axe d'un stylet bisegmenté, implanté à la base de la mandibule, sur le côté externe de la tête. Ces glandes, piriformes, bien qu'appartenant au segment mandibulaire, n'occupent pas la même position que les précédentes.

» Des sections, perpendiculaires à l'axe, faites dans la région médiane du canal glandulaire de la larve d'*Acherontia,* présentent des sinuosités externes, correspondant aux bourrelets latéraux déjà signalés. Ces sinuosités sont séparées par d'étroits sillons qui pénètrent jusqu'au quart ou même au tiers du diamètre du tube.

» Extérieurement, la glande est entourée par une très mince membrane péritonéale (*propria*), dont on distingue, de distance en distance, de petits noyaux aplatis et allongés. Cette membrane, bien qu'adhérant étroitement à la couche épithéliade sous-jacente, peut néanmoins s'en détacher parfois, comme on le voit sur certaines coupes.

» Vient ensuite l'assise glandulaire, formée par des cellules irrégulièrement polygonales, à contours peu apparents. Le cytoplasme comprend trois zones à structure différente : l'externe est compacte et finement granuleuse, la moyenne est fibrillaire, à striations radiales et l'interne est hyaline et se confond progressivement avec l'intima. Le noyau, irrégulier, légèrement ramifié ou portant latéralement des tubercules arrondis, est situé dans la zone moyenne.

» La cuticule ou *intima* chitineuse est compacte, blanchâtre et sans striations concentriques apparentes. Les striations radiales y font également défaut. Cette membrane porte, sur sa face interne, de nombreuses épines chitineuses, minces, coniques, rappelant assez bien la forme de celles que l'on rencontre dans les trachées de certaines Araignées. Enfin, le lumen central est irrégulier, allongé, triangulaire ou étoilé.

» Chez les larves de *Pieris,* ce même lumen est lisse, ovale, parfois irrégulier, mais toujours dépourvu d'épines chitineuses.

» La partie antérieure de la glande d'*Acherontia* présente à peu près la même structure que la région moyenne. Quant à la partie terminale, elle comprend, du côté interne, une gaine chitineuse aplatie, continuation de l'intima de la glande, formant l'apodème sur les parois duquel viennent s'insérer de nombreux faisceaux musculaires Sur la face externe de cette gaine, on trouve, çà et là, de petits noyaux aplatis, qui disparaissent peu à peu à mesure qu'on s'approche de la base de la mandibule.

» La glande sacciforme de *Stauropus* a une structure bien différente. Elle est pour-

vue de cellules cylindriques ou rectangulaires, à noyaux allongés et sinueux, portant parfois latéralement de petits bourrelets. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Diptère* (Degeeria funebris *Mg*) *parasite de l'Altise de la vigne* (Haltica ampelophaga *Guer*). Note de MM. **C. Vaney** et **A. Conte**, présentée par M. Alfred Giard.

« L'Altise est un des ennemis les plus redoutables pour les vignobles des régions méridionales. Son aire d'extension géographique tend à se développer de plus en plus vers le nord. Au mois d'avril dernier nous avons reçu de Saint-Julien-en-Jarez, près Saint-Chamond (Loire), un lot de ces animaux pour lesquels on nous demandait des moyens de destruction. Nous fûmes surpris de voir, tant dans le flacon qui contenait l'envoi que dans le bocal où nous conservâmes ces insectes, de petites pupes brun rougeâtre dont le nombre s'accrut rapidement.

» Frappés de ce fait, nous ouvrîmes sous la loupe quelques Altises et dans la plupart d'entre elles nous trouvâmes une grosse larve apode, blanc jaunâtre, très mobile, rappelant par tous ses caractères une larve de Tachinaire.

» Cette larve est placée dans la région antérieure de l'abdomen, au milieu du tissu adipeux dont elle se nourrit. Les plus grandes, à un stade proche de la pupation, ont une longueur de 4^{mm} sur $1^{mm},7$ de largeur. Les plus petites avaient $0^{mm},5$ seulement de long. Le corps est de forme ovalaire, brusquement rétréci vers le segment céphalique. Le segment céphalique porte une paire d'organes antenniformes et des pièces buccales. Celles-ci sont de forme variable suivant l'âge de la larve. Chez les larves de $0^{mm},5$, elles consistent en un puissant stylet, très acéré, légèrement recourbé et soutenu postérieurement par deux arcs chitineux épais. Cette pièce tombe au moment d'une mue et est remplacée par deux mâchoires en forme de crochets soutenues postérieurement par des arcs chitineux. Tous les segments du corps portent des rangées transversales de très petites épines.

» L'œsophage est transparent et pourvu d'une valvule œsophagienne. L'intestin très contourné sur lui-même est formé de grosses cellules à contenu d'un beau jaune d'or. Les tubes de Malpighi offrent deux régions : l'une colorée en vert et l'autre en gris clair. Le tissu adipeux comprend deux bandes longitudinales lobées. L'appareil respiratoire se compose de deux troncs trachéens longitudinaux, donnant des ramifications et se terminant chacun à l'extrémité postérieure du corps par cinq digitations dans deux stigmates adjacents. Les deux terminaisons sont enveloppées par un cadre commun chitineux étranglé dans sa partie médiane. Dans la région antérieure, on trouve de chaque côté du corps un stigmate où se termine également par cinq digitations un tronc trachéen transversal dont les ramifications sont probablement en continuité avec celles des troncs postérieurs.

» Une Altise ne renferme ordinairement qu'une larve; dans un seul cas nous en avons trouvé deux, à des stades d'ailleurs très différents.

» La sortie du parasite se fait, soit à l'état de larve, soit à l'état de pupe; elle s'effectue par l'éclatement de l'abdomen sur les côtés.

» L'Altise vit presque jusqu'à ce moment. Les pupes sont de forme ovale, légèrement renflées vers la région des stigmates postérieurs. Leur longueur est de $3^{mm},5$ sur $2^{mm},1$ de large. Leur coloration d'abord rougeâtre brunit de plus en plus avec l'âge. La durée de la nymphose varie avec la température; elle a été de 8 jours à une température de 35°C., et de 3 semaines à la température du laboratoire. L'enveloppe pupale s'ouvre suivant le mode habituel des pupes de Muscides.

» L'imago a été déterminé par M. P. Stein de Genthin. Ce savant spécialiste le rapporte à *Degeeria funebris* Mg. = *Hypostena medorina* Schin. = *Degeeria pulchella* Mg. ap. Rond.

» Mais nos exemplaires sont de plus petite taille que ceux précédemment décrits; cela résulte probablement de leur adaptation. Leur longueur est de 4^{mm}.

» On connaît actuellement deux ennemis de l'Altise : la Punaise bleue (*Zicrona cœrulea* Linn) et le *Perilitus brevicollis* Haliday, Hyménoptère signalé en Algérie par Kunckel d'Herculais et Langlois, et dont la larve a été trouvée dans le corps de la larve de l'Altise.

» *Degeeria funebris* en tant que parasite de l'Altise acquiert une importance considérable de ce fait que d'une part sa présence occasionne une castration parasitaire totale de l'hôte suivie de mort et que, d'autre part, la proportion d'individus parasités que nous avons eus est énorme puisqu'elle atteint 35 pour 100. Cette proportion pourra être accrue lorsque, mieux connue, on pourra faciliter à cette mouche ses conditions de développement.

» L'Altise est un ravageur redoutable contre lequel on se défend difficilement ; *Degeeria funebris* est donc appelé à devenir un des auxiliaires les plus précieux du viticulteur. L'étude de son cycle évolutif et des conditions de son développement nous permettront bientôt, sans doute, de préciser tout le parti qu'on peut en tirer. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la brunissure de la Vigne*. Note de MM. **L. Ravaz** et **L. Sicard**, présentée par M. Prillieux.

« L'un de nous a établi récemment ([1]) que la *brunissure* est la conséquence d'une fructification exagérée. Pour les souches saines, en effet, le

([1]) L. Ravaz, *Progrès agricole et viticole*, octobre 1902.

rapport du poids des raisins à celui des sarments varie de 0 à 3; il s'élève jusqu'à 11 pour les vignes atteintes de la brunissure. Comment des grappes en excès peuvent-elles créer un tel état morbide? C'est ce que nous avons recherché dans cette étude.

» A cet effet, nous avons soumis à l'analyse chimique des souches saines et des souches malades; les unes et les autres de la même variété, du même âge et cultivées côte à côte dans le même terrain.

» Voici les résultats de nos dosages :

Tableau I. — *Composition centésimale des organes de la vigne.*

		A l'état sec.			A l'état frais.
		Feuilles.	Sarments.	Racines.	Raisins.
Azote (Az).	Souche saine ..	1,76	0,68	1,03	0,26
	Souche brunie.	1,96	0,61	0,51	0,25
Acide phosphorique (P^2O^5).	Souche saine ..	0,32	0,27	0,32	0,08
	Souche brunie.	0,30	0,15	0,25	0,07
Potasse (K^2O).	Souche saine ...	0,33	0,56	0,27	0,28
	Souche brunie.	0,15	0,28	0,18	0,18
Chaux (CaO).	Souche saine ..	4,50	1,12	1,12	0,07
	Souche brunie.	4,98	1,18	1,50	0,09
Magnésie (MgO).	Souche saine ..	1,35	0,37	0,25	0,04
	Souche brunie.	1,42	0,41	0,26	0,04
Fer (Fe).	Souche saine ..	0,042	0,020	0,056	0.009
	Souche brunie.	0,040	0,020	0,056	0,007

	Moût des raisins	
	Souche saine.	Souche brunie.
Acidité totale par litre.......	8g,28	7g,89
Sucre par litre..............	246g,10	91g,40

» I. L'examen de ce Tableau montre l'influence considérable de la maladie, à la fois sur la composition chimique des tissus et sur la qualité du fruit.

» D'une manière générale, tous les tissus des vignes atteintes de la brunissure sont appauvris. L'azote, l'acide phosphorique, la potasse s'y trouvent en bien moindre proportion, exception faite pour l'azote dans les feuilles où la quantité de cet élément est plus élevée. Le déficit, pour l'ensemble de la souche, est de 45 pour 100 pour la potasse, de 23 pour 100 pour l'acide phosphorique, de 11 pour 100 pour l'azote.

» Par contre, dans tous les organes des vignes malades, la chaux et la magnésie sont en plus grande quantité.

» D'autre part, l'examen microscopique révèle des particularités intéressantes. En hiver, les racines et les tiges des plants atteints ont leurs cellules dépourvues de matières de réserve, l'amidon fait totalement défaut, le protoplasma est peu abondant, le noyau est plus petit et se colore difficilement par ses réactifs habituels.

» II. En se basant sur les chiffres analytiques du Tableau précédent et sur les poids respectifs des divers organes de la vigne, si l'on calcule les gains et les pertes en azote, acide phosphorique, potasse, etc., de la plante malade, mais dont la fructification serait normale, on obtient les résultats indiqués dans la partie A du Tableau ci-après. En B sont inscrites les quantités des mêmes substances renfermées dans les grappes en excédent.

	A.					B.
	Feuilles.	Sarments.	Racines.	Grappes.	Total.	Dans les grappes en excédent.
	g	g	g	g	g	g
Azote	+0,61	−0,24	−2,28	−0,04	−1,95	6,43
Acide phosphorique	−0,06	−0,22	−0,40	0,00	−0,68	1,90
Potasse	−0,54	−0,98	−0,25	−0,72	−2,49	4,57
Chaux	+1,45	+0,21	+1,06	+0,13	+2,85	2,29
Magnésie	+0,19	+0,14	+0,03	0,00	+0,36	1,01
Fer	−0,006	0,00	0,00	−0,014	−0,020	0,18

» En examinant les chiffres de ce deuxième Tableau, on constate que les grappes en excès contiennent non seulement tout l'azote, l'acide phosphorique, la potasse qui font défaut dans les divers organes, mais, en outre, un excédent considérable qui n'a pu être emprunté qu'au sol.

» Ainsi, les grappes en excès, pour se développer et mûrir, drainent à la manière des parasites les principes fertilisants et les matières hydrocarbonées des plantes qui les portent.

» Leur action est d'autant plus manifeste qu'elles sont plus nombreuses. L'épuisement des tissus qu'elles provoquent se traduit constamment par un affaiblissement très marqué et même quelquefois par la mort de la plante; et il est probable que, pour les arbres fruitiers comme pour la Vigne, il doit être la cause première de beaucoup de cas de dépérissement. »

BOTANIQUE. — *Sur la naissance d'un rameau latéral inséré sur l'axe hypocotylé après le sectionnement de l'embryon.* Note de M. **P. Ledoux**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une récente Communication à l'Académie ([1]) j'ai montré que si l'on sectionne, avant le semis, l'embryon du *Cicer arietinum*, les rameaux cotylédonaires nés après la section se distinguent des rameaux cotylédo-

([1]) *Comptes rendus*, 9 mars 1903.

naires très rares des témoins, par une régression d'ordre morphologique et d'ordre anatomique. Toutes les expériences que j'ai effectuées chez les Légumineuses ont corroboré cette conclusion.

» En particulier, l'une de celles que j'ai faites sur le *Pisum sativum* me paraît devoir être brièvement analysée.

» Avant le semis, j'ai enlevé un cotylédon et sectionné transversalement la gemmule au-dessus de son insertion sur les cotylédons. La gemmule ne s'est pas régénérée. Elle a été remplacée par un rameau latéral (que j'appellerai rameau B), *né sur l'axe hypocotylé* et d'origine endogène. A 8^{mm} de sa base, ce rameau B portait une feuille sessile et engainante de 4^{mm} de longueur, légèrement échancrée au sommet par suite de l'avortement d'un lobe médian. Par l'absence de pétiole, par sa structure indifférenciée, cette première feuille écailleuse est comparable à une feuille séminale de la même plante.

» A l'aisselle de cette première feuille, il s'était développé un rameau A, plus développé que le rameau B sur lequel il était inséré. Cette circonstance est due à ce que le cylindre central s'est, à ce niveau, simplement divisé en deux parties inégales, dont la plus forte alimentait le rameau A. Ce mode de division du cylindre central présente une grande analogie avec celui qu'on constate au nœud cotylédonaire de certaines plantes dont la gemmule normalement ne se développe pas, comme le *Lotus purpureus* par exemple. Chez cette dernière plante, il existe généralement huit rameaux basilaires qu'on pourrait, après un examen superficiel, prendre pour des rameaux cotylédonaires. Or, dans tous ces rameaux, les faisceaux libéroligneux sont indépendants des faisceaux qui alimentent les cotylédons. En particulier, ils ne sont pas entraînés derrière les faisceaux se rendant aux cotylédons; et même, les deux rameaux les plus importants, nés les premiers, sont placés en croix avec les cotylédons. Ces rameaux ne sont donc pas des rameaux cotylédonaires. D'ailleurs, le cylindre central, à ce niveau, se fragmente progressivement en huit parties, dont chacune alimente un des rameaux. L'analogie est donc frappante avec le phénomène de division du cylindre central que j'ai constaté dans le rameau latéral né sur l'axe hypocotylé du *Pisum sativum*.

» La deuxième feuille de ce rameau B, également sessile, était constituée par deux lobes épais, arrondis, de taille inégale et sans trace de nervation externe. Or, à ce deuxième nœud, les deux faisceaux extérieurs à l'anneau libéro-ligneux (dont on constate la présence dans la tige de toutes les Viciées) se sont comportés différemment. L'un de ces deux faisceaux a envoyé simplement une dérivation dans le lobe de cette deuxième feuille le plus rapproché de lui. C'est exactement par ce même processus que les faisceaux des lobes latéraux d'une feuille séminale normale se raccordent avec les faisceaux externes. L'autre faisceau externe s'est dédoublé plus tardivement, mais il a été rapidement renforcé par une dérivation issue directement de l'anneau libéro-ligneux. C'est par ce même processus que les faisceaux des stipules des feuilles pétiolées normales du *Pisum sativum* se raccordent avec les faisceaux externes.

» A l'aisselle de cette deuxième feuille, s'était développé un petit rameau déjeté latéralement et portant à son sommet deux petites folioles sessiles, arrondies, inégales et non différenciées.

» Enfin, les coupes transversales du limbe de cette seconde feuille m'ont montré que, entre les deux épidermes, les cellules du parenchyme ont subi, du côté ventral et pour une seule assise seulement, un commencement de différenciation en palissade, et, du côté dorsal, une différenciation en tissu lacuneux peu évolué.

» Par son origine et par sa structure, cette deuxième feuille est donc nettement intermédiaire entre une feuille séminale et une feuille pétiolée normale.

» On peut remarquer, d'autre part, que le nombre des faisceaux de l'anneau libéro-ligneux central de *Pisum sativum* est (au moins au niveau des premières feuilles pétiolées) généralement de huit dans la tige et de six dans les rameaux cotylédonaires. Or, dans le rameau latéral B et dans le rameau axillaire A, le nombre des faisceaux s'abaisse à quatre.

» De tout ce qui précède il résulte :

» 1° Que le développement du rameau endogène né sur l'axe hypocotylé présente une analogie remarquable avec celui de l'appareil végétatif d'une plante dont la gemmule ne se développe normalement pas;

» 2° Que, des deux premières feuilles de ce rameau endogène, la première a même forme et même structure qu'une feuille séminale normale; la seconde, au contraire, est, au point de vue anatomique, intermédiaire entre une feuille séminale et une feuille normale pétiolée du *Pisum sativum*.

» On voit ainsi que la suppression expérimentale de la gemmule et d'un cotylédon a provoqué l'apparition d'un rameau endogène qui remplace la gemmule et où les caractères de régression tendent à reproduire, en quelque sorte, sur ce rameau les phénomènes morphologiques de la germination normale. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De la spécialisation du parasitisme chez l'*Erysiphe graminis *D. C.* Note de M. **Em. Marchal**, présentée par M. Guignard.

« J'ai, dans une Note précédente ([1]), exposé les résultats de nombreuses inoculations croisées, effectuées à l'aide des conidies de l'*Erysiphe Graminis* D. C., sur un certain nombre de Graminées. Ces résultats m'ont amené à conclure à l'existence, chez cette Erysiphée, de races physiologiques étroitement spécialisées à un genre, voire même parfois à quelques espèces d'un genre déterminé.

([1]) Em. Marchal, *De la spécialisation du parasitisme chez l'*Erysiphe Graminis *Comptes rendus,* 21 juillet 1902.)

» Il était très intéressant de rechercher si les ascospores conservaient l'étroite adaptation parasitaire manifestée par la forme conidienne.

» Dans ce but, en octobre 1902, des feuilles de Seigle (de Zélande), d'Orge (Orge distique Chevalier) et de Froment (de Bordeaux), abondamment pourvues de périthèces, ont été suspendues à l'air libre et exposées ainsi aux intempéries de l'hiver.

» En mars 1903, les périthèces avaient acquis leur complète maturité, et la plupart des asques contenaient des spores bien différenciées.

» A l'aide de ces ascospores on a, en avril, exécuté, avec les précautions nécessaires, des essais d'infection croisée.

» C'est ainsi que les ascospores produites sur Froment ont été portées sur de jeunes plantules de Froment, de Seigle, d'Orge, d'Avoine et sur de jeunes feuilles d'*Agropyrum caninum*.

» Neuf jours après l'inoculation, les feuilles de Froment infectées présentaient des taches très nettes formées par le mycélium de l'*Erysiphe,* portant déjà quelques conidies. Sur aucun autre support le passage n'a réussi.

» De même, les ascospores provenant du Seigle n'ont pu évoluer que sur cette céréale et celles de l'Orge que sur les *Hordeum distichum, vulgare, Zeocriton* et *trifurcatum* mis en expérienee.

» Il résulte de ces essais qu'il n'existe, chez l'*Erysiphe Graminis,* aucune différence entre le caractère parasitaire des ascospores et celui des conidies. La spécialisation du parasitisme, chez cette espèce, apparaît donc comme définitive et l'existence de races physiologiques, bien fixées, se trouve ainsi établie d'une façon indiscutable. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La sexualité dans le genre* Monascus. Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Guignard.

« L'étude de trois genres de Champignons, *Sphaerotheca* ([1]), *Pyronema* ([2]) et *Monascus* ([3]), a paru mettre un instant en échec notre conception de la sexualité chez les Ascomycètes.

» Dans un premier Mémoire, nous avons montré qu'il n'existe aucune communication entre l'organe considéré comme anthéridie et l'ascogone du *Sphaerotheca* ; par suite, il ne se produit aucune fusion nucléaire à ce

([1]) Harper, *Die Entw. des Perith. bei Sphaerotheca Castagnei* (*Ber. d. deutsch. bot. Gesell.*, Bd. XIII).

([2]) Harper, *Sexual reproduction in Pyronema confluens* (*Ann. Bot.* vol. XIV).

([3]) Barker, *The morphology and develop. of the ascocarp in* Monascus (*Ann. Bot.*, vol. XVII).

stade et la karyogamie qui précède la formation de l'asque n'est précédée d'aucune autre dans le développement ([1]).

» Grâce à l'obligeance de MM. Barker et Treub, il nous a été possible d'examiner deux espèces appartenant au genre *Monascus* : l'une est le *M. purpureus* décrit par Went; la seconde, étudiée par Barker, est une espèce nouvelle pour laquelle nous proposons le nom de *M. Barkeri*.

» La formation du périthèce débute de la manière suivante : un filament désigné sous le nom d'anthéridie est recouvert par un second filament qui est l'ascogone; ce dernier se cloisonne en une cellule terminale, le trichogyne et une cellule basilaire qui est la cellule centrale; à un moment donné, l'anthéridie se met en communication par une anastome avec le trichogyne.

» Il est probable que ces divers organes dérivent effectivement de l'anthéridie et de l'oogone des Siphomycètes, comme nous l'avons expliqué ailleurs; mais les phénomènes de fécondation ne se produisent plus à ce stade : ils ont été reportés à la naissance des asques.

» Barker admet, sans toutefois l'affirmer, que les noyaux de l'anthéridie viennent se fusionner par paires avec ceux de la cellule centrale : c'est donc sur ce point précis que devaient porter nos observations.

» L'anthéridie s'isole du thalle avec deux noyaux ordinairement; ces noyaux se divisent et, plus tard, on trouve de 4 à 10 noyaux environ; de même l'ascogone débute avec un nombre d'éléments nucléaires qui varie de 2 à 5; plus tard, après division, il renferme de 6 à 12 noyaux en deux groupes; la cloison qui se forme avant l'anastomose de l'anthéridie sépare l'ascogone en une cellule centrale renfermant 2, 4, 6 ou 8 noyaux, et une cellule terminale, le trichogyne, qui en possède 4 ou 5.

» Or, on peut constater avec la plus grande certitude *que les noyaux de l'anthéridie et du trichogyne subissent une dégénérescence sur place;* ceux de la cellule centrale seuls ont un rôle actif.

» Selon Barker, cette cellule centrale contient plus tard, *à son intérieur,* les filaments ascifères; l'auteur n'a pas vu deux assises nutritives qui forment la paroi interne du périthèce comme dans le *Sphærotheca;* de là vient son erreur; ces assises, en effet, se désagrègent de bonne heure et entourent l'ascogone d'une couche de protoplasme qui est utilisé pour la nutrition des asques; ceux-ci proviennent de simples cloisonnements successifs; les asques possèdent chacun deux noyaux d'origine différente qui se fusionnent en un seul.

» En résumé, il n'existe dans le genre *Monascus* aucune autre fusion nucléaire que celle qui a lieu à la naissance de l'asque; d'ailleurs, le simple examen morphologique permet de reconnaître la nature indifférente de

---

([1]) P.-A. Dangeard, *Second Mémoire sur la reproduction sexuelle des Ascomycètes* (*Le Botaniste*, série V).

l'anthéridie; celle-ci, en effet, donne souvent naissance soit à une chlamydospore, soit même à un périthèce tout entier.

» Les objections qui ont été formulées sur notre découverte de la sexualité chez les Champignons supérieurs tombent d'elles-mêmes en ce qui concerne l'exception tirée du genre *Monascus;* nous montrerons, dans une prochaine Note, si l'Académie veut bien nous y autoriser, que les arguments fournis par le développement des rosettes chez le *Pyronema* sont également sans valeur. »

BIOLOGIE. — *Contribution à l'étude cytologique des Zoochlorelles.* Note de M. **Jules Villard.**

« On a beaucoup étudié, dans ces derniers temps, le *roth Körnchen* de Bütschli. Ces granulations sont caractérisées par leur *métachromasie* : elles ont la propriété de faire virer au rouge les colorants basiques, bleus et violets. Ernst, Babès les ont décrites dans les Bactériacées; Bütschli, Lauterborn, dans les Diatomées et quelques algues filamenteuses; Kunsther et Busquet, dans les Ciliés, les Flagellés, les Sporozoaires; Guilliermond, dans les levures; Matruchot et Molliard, dans le *Stichococcus bacillaris;* on en rencontre d'analogues dans les *mastzellen*. Des observations de tous ces auteurs il résulte : que les corpuscules métachromatiques sont des produits de la cellule, réserves ou proenzymes; qu'ils n'existent pas dans les organites cellulaires tels que les leucites; que leur présence dans une cellule est une preuve de sa vitalité.

» J'ai établi, d'après ces résultats, une nouvelle méthode de recherches, applicable à la symbiose et au parasitisme.

» Toutes les fois qu'on rencontrera, à l'intérieur d'une cellule, un corps présentant des granulations *métachromatiques,* on pourra affirmer que ce corps n'est pas un organite cellulaire, mais que c'est un organisme migrateur, parasite ou symbiote, à l'état de vie active.

» J'ai vérifié sur plusieurs plantes parmi les Fougères, les Abiétinées, les Amentacées, les Rosacées, etc., que les grains de chlorophylle ne contiennent pas de corpuscules métachromatiques. Concurremment, j'ai fait des coupes à la paraffine dans *Hydra viridis,* et j'ai reconnu, à l'aide de colorants appropriés, qu'au contraire les corps chlorophylliens ou *zoochlorelles renferment des corpuscules métachromatiques.* Ce sont donc des organismes d'emprunt. Les zoochlorelles de *Paramecium*, *Bursaria* et de *Stentor Polymorphus* m'ont donné les mêmes résultats.

» Comme fixateur, j'ai employé le picro-formol. J'ai obtenu une métachromasie très accusée sur le bleu polychrome, le bleu de méthylène, le violet de gentiane et l'hémalun. La coloration varie du bleu violacé au rouge vif, selon le degré de décoloration. Les corpuscules que j'ai mis en évidence ne se dissolvent pas par l'acide acétique et ne brunissent pas par l'acide osmique. Ils sont groupés en plus ou moins grand nombre autour du noyau de chaque zoochlorelle; quelques-unes en sont dépourvues. Ils se présentent en général sous forme de traînées de très petits points; quelquefois ces granulations atteignent le volume du pyrénoïde. Elles sont formées d'une partie centrale molle et d'une partie annulaire épaisse; cette structure se rapproche beaucoup de celle des *vacuolides* découvertes par M. R. Dubois, dans les animaux lumineux.

» J'ai étudié le noyau des zoochlorelles d'*Hydra viridis*. Les figures qu'en donnent Brandt, Nussbaum, Famintzin sont incomplètes, en ce sens qu'elles n'indiquent pas la structure caractéristique de cet organite. J'ai vu qu'il se compose d'un nucléoplasme incolore, entouré d'une membrane, colorable en bleu sombre par l'hématoxyline ferrique, et présente en son milieu un nucléole également coloré en bleu sombre. Dangeard, qui a étudié le noyau des zoochlorelles de *Paramecium Bursaria,* observe que la division nucléaire fait suite à celle du pyrénoïde. L'inverse paraît avoir lieu dans les zoochlorelles d'*Hydra viridis;* les deux bipartitions successives du noyau se produisent tout d'abord : on rencontre plusieurs zoochlorelles binucléées et quadrinucléées, avec un seul pyrénoïde.

» Le chromatophore, qui se présente à l'état frais sous forme d'une calotte ou d'une selle, ne montre pas de contour arrêté sur les coupes; on ne distingue, en dehors de la zone anhyste du pyrénoïde, qu'un réseau protoplasmique continu; la chlorophylle, en se déposant, détermine un simple épaississement du protoplasme.

» De nos expériences il résulte que :

» 1° Les zoochlorelles d'*Hydra viridis,* comme celles de *Paramecium Bursaria* et de *Stentor polymorphus,* présentent une structure cellulaire avec un noyau bien défini.

» 2° Indépendamment du noyau, la nature cellulaire des zoochlorelles se trouve démontrée par l'existence des *corpuscules métachromatiques;* ce qui permet de les identifier complètement à de petites algues unicellulaires.

» La découverte des corpuscules métachromatiques tranche définitivement la question encore controversée de la nature des zoochlorelles. Elle fournit un moyen d'investigation général, simple et rapide, applicable aussi bien aux animaux chlorophylliens qu'aux animaux xanthophylliens; aussi bien à la diagnose des algues nucléées qu'à celle des algues bleues, où le noyau n'est pas discernable, et qui peuvent cependant contracter des symbioses. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence de la cadavérine dans les produits d'hydrolyse des muscles.* Note de MM. **A. Étard** et **A. Vila**, présentée par M. Duclaux.

« Dès que la conception des poisons cadavériques est entrée dans la Science à la suite des travaux de Selmi, de nombreuses recherches ont été faites en vue d'établir la nature chimique et les propriétés de ce groupe de corps. On y a placé d'abord des alcaloïdes très divers, tels que les méthylamines, la collidine, la muscarine, etc. Bientôt il a fallu mieux définir les corps les plus immédiatement liés à la décomposition des tissus et les isoler.

» Gautier et Étard, en 1882 (¹), ont déterminé le point d'ébullition, la densité et la formule du premier corps putréfactif : $C^8H^{13}Az$. Brieger, plus tard, en 1885, a isolé la base $C^5H^{16}Az^2$ qu'il a nommée *cadavérine* et que Ladenburg a démontré être la pentaméthylène diamine; Udranszky et Baumann ont extrait cette base, à l'état de dérivé benzoylé, d'une urine de cystinurique. Au cours de nos recherches sur la séparation des composés résultant de l'hydrolyse des tissus, nous nous sommes trouvés en présence de plusieurs centaines de grammes d'un dérivé benzoylé. Les analyses concordantes qui ont été faites nous ont conduit d'abord à regarder ce dérivé comme un tribenzoïlé de musculamine. M. Posternak a fait remarquer, dans les *Comptes rendus* (t. CXXXV, p. 865), que ce composé pouvait être envisagé comme un dérivé benzoylé de la cadavérine. Nous avons alors répété nos analyses, qui ont confirmé nos premiers résultats, et, bien qu'il nous ait été impossible de faire la cryoscopie de ce dérivé, nous estimons qu'en effet on peut considérer cette amine comme étant de la cadavérine. Nous ne nous attendions pas à trouver la cadavérine aussi abondamment dans les produits d'hydrolyse sulfurique et par une méthode aussi simple.

» Dans ce travail, nous avons accumulé dans de l'acide sulfurique à 15 pour 100 du muscle de veau haché et bouilli, simplement faisandé. La dissolution se fait aisément à 100°; l'acide est neutralisé par de l'ammoniaque et, après élimination du sel formé, on peut enlever de suite la cadavérine benzoïque sans aucune séparation préalable. A cet effet, la solution organique est déféquée et rendue alcaline par des cristaux d'hy-

(¹) *Comptes rendus*, t. XCIV.

drate de baryum, puis agitée énergiquement avec du chlorure de benzoyle tant qu'il se forme un précipité, d'ailleurs caractéristique. Ce précipité, dissous dans de la potasse bouillante à 2 pour 100, donne une liqueur qui, par refroidissement, laisse déposer des aiguilles feutrées du dérivé benzoyle pur. La potasse et la soude dissolvant la benzoyl-cadavérine, ne permettent de l'obtenir qu'après une série d'évaporations et d'extractions à l'alcool qui altèrent les autres matériaux de recherche.

» Par contre, la baryte précipite de nombreux sels minéraux ou organiques, tout en laissant en solution les acides amidés et les diamines.

» Avec cette nouvelle technique, nous sommes en état de reconnaître à l'œil nu $\frac{1}{10000}$ de cadavérine en quelques minutes, et cette limite peut être de beaucoup dépassée avec l'aide du microscope. La réaction de recherche que nous proposons peut être rendue aussi sensible que celle du sulfate de baryte.

» Une telle sensibilité permettra de déterminer le temps précis de l'apparition de la cadavérine dans une culture où elle se formerait, et d'en entreprendre la recherche clinique.

» La présence de la cadavérine en quantité très notable, observée dans le dédoublement de muscles simplement faisandés, est de nature à expliquer les accidents qu'ils peuvent causer comme aliments. Cette base, selon Brieger, a des propriétés nécrotiques et accompagne les lésions graves de l'intestin, en particulier l'infection causée par le choléra.

» Plusieurs centaines de grammes de dérivé benzoylé s'extrayant facilement, après une courte durée, ne peuvent provenir d'une sécrétion microbienne directe, mais d'un mode particulier de dédoublement des éléments chimiques du muscle. »

PALÉONTOLOGIE. — *De la disposition des écailles chez le* Mesosaurus tenuidens *P. Gervais*. Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Lorsqu'en 1865 Paul Gervais fit connaître le *Mesosaurus tenuidens*, le savant paléontologiste indiquait, en passant, qu'il existe sur la plaque schisteuse renfermant les débris de ce reptile, entre l'un des humérus et les côtes correspondantes, l'empreinte d'un corps ovalaire et scutiforme. Tout en y soupçonnant quelque chose de comparable aux Séroles ou même aux Trilobites, il se borne à la signaler, sans se prononcer à son égard.

» L'examen de la pièce originale, qu'ont bien voulu me confier MM. Gaudry et Boule, ne laisse pas de doute qu'il ne s'agisse là du moulage d'une portion du tégument écailleux de ce Mésosaure.

» On distingue, en effet, sur l'empreinte ovalaire une série de cinq petits trapèzes

réguliers, hauts de 1^{mm}, larges du double à leur grande base, disposés longitudinalement; de chaque côté de la série se voient des figures beaucoup plus petites, 1^{mm} de diamètre au plus, en polygones irréguliers. Sur quelques autres points de la plaque schisteuse on peut encore reconnaître des traces de figures trapézoïdes en séries, mais elles sont beaucoup moins nettes, les conditions du moulage, par suite du grain de la gangue, ayant été, sans doute, moins favorables.

» Quoi qu'il en soit, ce que montre l'empreinte ovalaire permet d'affirmer qu'une série médiane d'écailles trapézoïdes occupait chez ce reptile la face ventrale du corps, au moins à sa partie moyenne. En dehors, se trouvaient des écailles plus petites.

» Une semblable disposition ne se rencontre chez aucun Lacertilien actuel. Elle est au contraire habituelle chez les Ophidiens où, d'ordinaire, les écailles ventrales en série impaire, connues sous le nom de *gastrostèges,* atteignent des dimensions considérables, accompagnées sans transition d'écailles somatiques petites. Chez les Boas, les Serpents marins, ces gastrostèges sont moins développées et, chez quelques-uns de ces derniers, par exemple l'*Hydrophis obscurus* de Jan, d'après la figure donnée par cet auteur, la disposition des écailles se rapproche beaucoup de celle observée chez le Mésosaure.

» Comme se rapportant encore à la structure de l'appareil tégumentaire, j'ajouterai quelques mots sur ces linéaments vermiformes, qui couvrent la plupart des vertèbres dorsales et que P. Gervais, dubitativement, regardait comme le travail d'Annélides. M. Zittel les désigne avec plus de justesse sous le nom de *côtes ventrales radiciformes.*

» Toutefois, en examinant la pièce originale, on constate que ces linéaments, larges d'à peu près $\frac{1}{2}$ millimètre, sont divisés en petits fragments, longs au plus de 1^{mm} et, sur certains points, ces fragments, alignés sur plusieurs séries contiguës, affectent une disposition quinconciale, ce qui porte à croire qu'ils constituaient, dans leur ensemble, un plastron composé de petites ossifications dermiques, analogue à ce qu'on connaît chez l'*Archegosaurus Dechenii,* H. v. Meyer, ou l'*Actinodon Frossardi,* Gaudry. Cet appareil serait d'ailleurs homologue du plastron costal, placé lui-même sous des écailles dermo-épidermiques du type reptilien, chez le *Sphenodon.*

» En résumé, les caractères d'affinités multiples, sur lesquels P. Gervais insiste dans la description du *Mesosaurus tenuidens,* s'étendent à d'autres groupes par la considération du revêtement épidermique et ostéo-épidermique, qui fait entrevoir les rapports de ce Saurien avec les Ophidiens et les Batraciens stégocéphales. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Inertie rétinienne relative au sens des formes. Sa variation suivant le criterium adopté. Formation d'une onde de sensibilité sur la rétine.* Note de MM. **André Broca** et **D. Sulzer**, présentée par M. d'Arsonval.

» En novembre 1901, nous avons publié une Note sur l'inertie rétinienne relative au sens des formes. Nous déterminions le temps pendant lequel il

faut admettre la lumière pour permettre de reconnaître l'existence de traits noirs sur fond blanc.

» En reprenant ces expériences après quelques mois d'interruption, nous avons cru d'abord que les nombres de notre première Note étaient faux, les chiffres trouvés étant alors dix fois plus forts. Cependant l'allure des courbes qui représentent le phénomène quand on varie l'éclairement et la grandeur de l'image rétinienne étant tout à fait la même dans les deux séries d'expériences, il était évident que la différence tenait à une erreur systématique.

» Nous avons alors pensé que cela pouvait être dû à une différence entre les criteriums admis dans les diverses expériences. On sait combien est importante la question du criterium à admettre pour la détermination d'un phénomène. Dans toutes les déterminations de seuil, en particulier, on n'arrive à des chiffres comparables que par une longue habitude.

» Dans l'étude qui nous occupe aujourd'hui, il semble, *a priori*, que les choses sont plus simples, car nous ne nous adressons pas à un seuil de sensation, mais à un acte cérébral déterminé sur les résultats duquel aucun doute ne semble possible. Nous allons voir que, malgré cela, l'établissement du criterium est sujet à des erreurs systématiques beaucoup plus fortes que l'établissement d'un seuil, mais que, quand on prend soin d'éliminer ces erreurs systématiques, les erreurs accidentelles deviennent très faibles. Ces erreurs systématiques sont dues à un phénomène nouveau.

» Étudions en détail une expérience complète, les conclusions en ressortiront d'elles-mêmes. Le test objet est formé de 6 traits noirs et de 7 traits blancs; tous les traits sont de même largeur, et vus sous l'angle de 1 minute.

$0^s,125$	Limite de la visibilité complète et sans raté.
$0^s,060$	Visibilité à tous les coups, mais de temps en temps une image incomplète, les traits centraux étant seuls vus.
$0^s,030$	Vision complète une fois environ sur deux.
$0^s,015$	Pas une image complète. De temps en temps, une fois sur deux à peu près, quelques traits visibles, un à trois au milieu.
$0^s,007$	De temps en temps deux ou trois images incomplètes de suite, puis sept ou huit où la plage semble uniforme.
$0^s,0035$	De temps en temps quelque chose de visible, une fois sur cinq environ. Une faible diminution du temps d'admission de la lumière supprime complètement toute possibilité de vision des traits.

» Cette expérience montre deux choses. La première c'est que, suivant le criterium adopté, les temps mesurés varient de 1 à 35; en adoptant le criterium de visibilité complète et sans raté nous avons eu des nombres très concordants, c'est à lui que nous

nous sommes arrêtés dans nos expériences définitives, au lieu que, dans notre première Note des *Comptes rendus*, le critérium adopté était celui qui correspond au temps de $0^s,015$ environ de l'expérience précédente.

» Un second point important est le mode de disposition des traits. Ce sont les centraux qui persistent les derniers, et l'on en voit un nombre d'autant plus grand que l'énergie lumineuse dépensée sur la rétine est plus grande. Pour réussir ces expériences, il faut fixer l'œil avec la plus grande précision; sans cela, on ne voit pas que c'est le point de fixation lui-même qui perçoit le plus facilement une forme, la possibilité de cette perception se propageant autour de ce point à une distance d'autant plus grande que le temps pendant lequel agit la lumière est plus grand.

» Nous en conclurons deux choses :

» 1° Il faut dépenser une énergie lumineuse d'autant plus grande sur la rétine pour lui permettre de distinguer une forme que le point considéré est plus éloigné du point de fixation. Cette énergie, proportionnelle au temps pendant lequel la lumière agit, varie pour notre expérience dans le rapport de 1 à 5 environ, car le temps d'admission pour lequel on voit toujours le trait central est compris entre $0^s,015$ et $0^s,003$, et le temps de la vision à tous les coups de tous les traits est $0^s,125$. Nous prenons pour les deux genres de vision le même criterium, la vision à tous les coups. Cette variation considérable se produit dans une zone rétinienne extrêmement petite, de 25^{μ} à 30^{μ} de rayon autour du point de fixation, ce qui correspond à un cône d'angle au sommet de 13° ayant pour axe la ligne de fixation.

» 2° Quand une surface lumineuse uniformément striée de traits noirs impressionne la région du point de fixation, le processus qui permet la distinction nette des traits se propage sur la rétine autour du point de fixation avec une vitesse approximative de 25^{μ} en $\frac{1}{10}$ de seconde ou de $0^{mm},25$ par seconde.

» Nous n'avons pu encore déterminer les rôles joués par le point de fixation, qui est le centre d'ébranlement, et par l'excitation même des parties périphériques dans la propagation de cette onde. Nous nous proposons d'étudier ultérieurement cette question qui n'est pas inabordable par l'expérience.

» Ces résultats nous semblent aisés à comprendre à la lumière des faits histologiques connus. Les cellules nerveuses de la rétine sont en relations variables par contiguïté, comme l'a montré Ramon y Cajal, et cela explique la variation de l'acuité visuelle aux basses lumières. Dans ces conditions, si nous admettons que les connexions sont quelconques quand nous regardons une plage uniforme, et qu'elles ne se font qu'au moment du besoin,

nous comprenons aisément les faits précédents. Il faut, en effet, une certaine énergie pour que les connexions puissent se faire, et, de plus, pour que les connexions se fassent le mieux et le plus vite possible, il faut qu'elles commencent par un point fixe; nous venons de montrer que ce point privilégié est le point de fixation. »

ZOOLOGIE. — *La destruction des termites.* Note de M. **A. Loir.**

« Les ravages des termites dans nos possessions françaises des tropiques s'élèvent à plusieurs millions.

» Pendant ma mission à Bulawayo, où j'installais un institut Pasteur, la rage venant d'apparaître dans le pays entre le Zambèze et le Transvaal, le gouvernement de la Rhodésie m'a demandé d'étudier les moyens de destruction des termites.

» Les termitières ont 4^m à 5^m de haut. Ces monticules sont creusés d'une grande galerie qui se continue sous la terre par une série de tunnels plus petits, mais qui ont souvent plusieurs décimètres de diamètre, et descendent à plus de 1^m de profondeur jusqu'à la cellule de la reine chargée de pondre les œufs. Les armées de termites sortent de ces nids pour opérer leur œuvre de destruction. On compte qu'il faut planter 50 arbres dans le parc de Bulawayo pour en avoir 1. En quelques heures, on voit disparaître la chair des cadavres des animaux abandonnés sur le sol. Les livres, les papiers, les habits, les souliers sont dévorés, le bois des charpentes est rongé, si bien que la solidité des habitations est compromise; à Bulawayo, les dégâts sont estimés à plus de 250000^{fr} par an. On paye une prime de 5^{fr} par reine détruite; il n'y a qu'une reine par termitière : la pullulation est retardée; mais la reine est bientôt remplacée.

» On s'est servi de la dynamite, du sulfure de carbone. Après avoir examiné la disposition intérieure des termitières, j'ai eu l'idée de faire circuler dans ces galeries le gaz sulfureux, dont on se sert aujourd'hui pour détruire les rats et la vermine à bord des bateaux. Le Gouvernement de la Rhodésie, sur ma demande, a fait venir un appareil Clayton. On place un des tuyaux dans l'ouverture de la termitière. Ce tuyau, par le ventilateur, lance le gaz sulfureux; on pratique un trou à quelques mètres plus loin, afin de placer le second tuyau d'aspiration dans les prolongements de la termitière. L'air des galeries est aspiré, il passe dans le four où brûle le soufre, se charge des vapeurs asphyxiantes et est lancé dans la termitière qui, en moins de 1 heure, est inondée de gaz.

» Les expériences sont, en ce moment, continuées par mon préparateur M. A. Pease; elles donnent de très bons résultats. Une des premières a été

faite dans la maison où, dès mon arrivée, j'ai installé l'institut Pasteur. L'un des tuyaux a été mis sous le plancher de la vérandah, l'autre dans une des pièces de la maison. Après l'opération, en soulevant le plancher, on trouva un large tunnel en terre, où les termites emportaient leur butin; là se trouvait la colonie, tout y était mort.

» D'autres expériences ont été faites, dans d'autres maisons et dans le parc, en plein air. Les fourmilières se remplissent facilement de gaz, qui tue tous les insectes, les œufs et les larves. C'est un procédé peu coûteux, qui pourra rendre des services dans nos colonies. »

BOTANIQUE. — *Sur la culture artificielle de la Truffe.* Note de M. **Raphael Dubois.**

« Il y a 5 ou 6 mois j'ai envoyé, du laboratoire maritime de biologie de Tamaris, à mon collègue M. Heckel, du mycélium de Truffe développé sur milieu artificiel, mais par un procédé différent de celui qui a été indiqué par M. Matruchot : ce dernier, essayé il y a quelques années, ne m'avait donné que des résultats négatifs. J'ai songé alors à provoquer la germination des spores de Truffe en les mettant en contact, non plus avec des matières stérilisées, mais avec des tissus végétaux *vivants*.

» Pour cela je fais, aussi aseptiquement que possible, une entaille dans des tubercules ou des rhizomes capables de résister longtemps à la dessiccation, et j'introduis dans celle-ci une mince branche taillée en coin, dont la partie surperficielle contient les asques. Le tout est maintenu dans un lieu humide et obscur. Au bout de quelques semaines, un mycélium, en tout semblable à celui que j'ai recueilli à la périphérie des ronds de sorcière, des truffières du Vaucluse, s'est développé au contact de cette sorte de greffe et du tissu modificateur de l'enveloppe de la spore et nourricier. Il s'est étendu aux jeunes racines, qu'il n'a pas tardé à recouvrir d'un enduit cotonneux.

» Ce mycélium est recueilli avec toutes les précautions d'antisepsie possibles et semé dans des ballons renfermant une gelée composée d'amidon cuit, glucose, glycérine, asparagine et un peu de tanin.

» Les mycéliums se sont développés en rayonnant et ont fourni dans les ballons de larges taches blanches; mais, au bout d'une année, il n'y avait pas d'organes de fructification. Je les ai alors enterrés au pied de petits chênes truffiers, que j'avais élevés dans le jardin du laboratoire de Tamaris. Ces semis ayant été faits au commencement de l'année, je ne sais encore ce qu'il ont donné ou ce qu'ils pourront produire. »

M. l'abbé **Rousselot** adresse une Note « Sur les caractéristiques des voyelles, les gammes vocaliques et leurs intervalles ».

(Commissaires : MM. Mascart, Violle, d'Arsonval.)

M. **Mac-Dowal** adresse une Note, écrite en anglais, sur les taches solaires et la température de l'air.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 mai 1903.

Sur le plan d'une bibliographie analytique des écrits contemporains sur l'histoire de l'Astronomie, par M. Ernest Lebon. (*Bulletin de la Société astronomique de France,* mai 1903, p. 234 et suiv.) (Présenté par M. Appell.)

Traité élémentaire de la Télégraphie et de la Téléphonie sans fil, applications militaires et maritimes, par le lieutenant P. Ducretet. Paris, R. Chapelot et Cie, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Mémoires de la Société de Zoologie de France, t. XV, année 1902. Paris; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France; 4e série, t. III, fasc. 1. Paris, 1903; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 JUIN 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Th. Munier-Chalmas,* en remplacement de M. *Hautefeuille,* décédé.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Munier-Chalmas** prend place parmi ses Confrères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines singularités des équations linéaires aux dérivées partielles du type elliptique.* Note de M. **Émile Picard.**

« 1. J'ai appelé, il y a longtemps, l'attention sur certaines singularités des équations aux dérivées partielles du second ordre, rentrant dans le type elliptique [*Sur un système d'équations aux dérivées partielles* (*Comptes rendus,* 6 avril 1891)]. Bornons-nous au cas le plus simple de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+a\frac{\partial u}{\partial x}+b\frac{\partial u}{\partial y}+cu=0,$$

où a, b, c sont des fonctions analytiques de x et y dans le voisinage de $x=0$, $y=0$. La singularité correspondait au cas où l'intégrale était, dans le voisinage de l'origine, de la forme

$$\frac{P(x,y)}{x^2+y^2}+Q(x,y)\log(x^2+y^2),$$

P et Q étant des fonctions holomorphes; la fonction P est nécessairement nulle pour $x = y = 0$ et, en posant

$$P(x, y) = \alpha x + \beta y + \ldots, \qquad Q(0,0) = g,$$

la singularité est caractérisée par les deux constantes α et β et la constante g.

» J'ai seulement annoncé l'existence de solutions de cette forme; ma démonstration utilisait des développements en séries trigonométriques. Depuis cette époque, le cas particulier de $\alpha = \beta = 0$ a fait l'objet des recherches de divers auteurs, auxquels ma Note avait certainement échappé. En particulier, M. Hedrick, dans une thèse remarquable [1], a donné une démonstration extrêmement simple de l'existence des solutions précédentes supposées de la forme

$$Q(x, y) \log(x^2 + y^2) + Q_1(x, y) \qquad (\text{Q et } Q_1 \text{ holomorphes}),$$

ce qui correspond en fait à $\alpha = \beta = 0$.

» 2. J'ai indiqué récemment dans mon Cours que la démonstration de M. Hedrick peut encore être utilisée pour le problème plus général que j'avais posé, où α et β sont différents de zéro. C'est ce que je vais montrer, en supposant, uniquement pour abréger l'écriture, que a et b sont nuls.

» Soit donc l'équation

$$(1) \qquad \Delta u + cu = 0,$$

c étant holomorphe autour de $x = 0$, $y = 0$.

» En faisant le changement de variables

$$x + iy = \xi, \qquad x - iy = \eta,$$

l'équation devient

$$\frac{\partial^2 u}{\partial\xi\,\partial\eta} + \gamma(\xi, \eta)u = 0,$$

γ s'exprimant aisément à l'aide de c.

» Nous voulons avoir une solution de la forme

$$u = \frac{P(\xi, \eta)}{\xi\eta} + G(\xi, \eta) \log \xi\eta,$$

P et G étant homolorphes pour $\xi = 0$, $\eta = 0$. En faisant la substitution de u

(1) R. Hedrick, *Ueber den analytischen Character der Lösungen von Differentialgleichungen*. Göttingen, 1901.

dans l'équation, il vient

$$(2)\qquad \frac{\partial^2 G}{\partial\xi\,\partial\eta} + \gamma . G = 0.$$

$$(3)\qquad \xi\eta\frac{\partial^2 P}{\partial\xi\,\partial\eta} - \eta\frac{\partial P}{\partial\eta} - \xi\frac{\partial P}{\partial\xi} + P + \gamma.\xi\eta P + \xi\eta\left(\xi\frac{\partial G}{\partial\xi} + \eta\frac{\partial G}{\partial\eta}\right) = 0.$$

» On voit donc que

$$P - \xi\frac{\partial P}{\partial\xi} - \eta\frac{\partial P}{\partial\eta}$$

est divisible par $\xi\eta$. Il en résulte de suite que

$$P = p\xi + q\eta + \xi\eta G_1 \qquad (G_1 \text{ étant holomorphe}),$$

p et q étant deux constantes qui s'expriment aisément à l'aide des deux données α et β.

» En substituant dans (3) la valeur de P, on trouve

$$(4)\qquad \frac{\partial^2 G_1}{\partial\xi\,\partial\eta} + \gamma . G_1 + \frac{\gamma(p\xi + q\eta) + \xi\frac{\partial G}{\partial\xi} + \eta\frac{\partial G}{\partial\eta}}{\xi\eta} = 0.$$

» On doit donc chercher tout d'abord une solution G de l'équation (2), telle que

$$\xi\frac{\partial G}{\partial\xi} + \eta\frac{\partial G}{\partial\eta} + \gamma(p\xi + q\eta)$$

soit divisible par $\xi\eta$. Or, posons, en introduisant la donnée g,

$$G = g + f(\xi) + \varphi(\eta) + \xi\eta . R(\xi, \eta) \qquad [f(0) = \varphi(0) = 0];$$

les deux fonctions f et φ sont complètement déterminées par la condition précédente. On a en effet

$$f'(\xi) + \gamma(\xi, 0)p = 0, \qquad \varphi'(\eta) + \gamma(0, \eta)q = 0,$$

et ces équations déterminent f et φ. Par suite, pour $\xi = 0$, G se réduit à une fonction connue de η; pour $\eta = 0$, G se réduit à une fonction connue de ξ. Donc G est complètement déterminée par l'équation (2).

» En remontant la suite des calculs précédents, et revenant aux variables réelles x et y, on a les solutions du type cherché; bien entendu, la fonction G_1 est seulement assujettie à satisfaire à l'équation (4) dont les coefficients sont holomorphes.

» 3. Je me suis encore placé à un autre point de vue dans l'étude des

singularités de l'équation

$$\Delta u + cu = 0, \tag{5}$$

comme on peut le voir dans une autre Note (¹). Je ne supposais plus que $c(x, y)$ était une fonction analytique de x et y. La singularité pour $x = 0$, $y = 0$ s'est alors trouvée définie par la considération de l'équation

$$\Delta v + c_0 v = 0 \qquad [c_0 = c(0, 0)],$$

qui admet une solution de la forme

$$v = G_0(r)\log r + G_1(r), \qquad [G_0(0) = 1] \quad \text{et} \quad r = \sqrt{x^2 + y^2}.$$

» On établit qu'on peut former dans le voisinage de l'origine une solution u de l'équation (5) qui est de la forme

$$u = v + w,$$

w étant continue autour de l'origine, ainsi que ses dérivées partielles des deux premiers ordres.

» Le type de singularité ainsi obtenu correspond en réalité au cas $\alpha = \beta = 0$ du paragraphe précédent, mais la démonstration est nécessairement ici tout autre. Ne supposant plus c analytique, il faut procéder par approximations successives convenables pour avoir l'intégrale.

» La singularité qui précède est évidemment celle qui correspond à une source de chaleur. On sait que l'équation

$$\Delta u + cu = 0 \qquad [c(x, y) < 0]$$

régit l'équilibre calorifique d'une plaque rayonnant au dehors, et en supposant que la température extérieure est *zéro*.

» En suivant la marche indiquée dans la Note citée, on peut démontrer en toute rigueur l'existence d'une solution de l'équation (5) prenant des valeurs données sur le bord de la plaque, en supposant qu'il y a à l'intérieur un certain nombre de sources de chaleur avec des flux donnés. Des problèmes analogues peuvent être posés et résolus pour le cas où l'on aurait à l'intérieur de la plaque des singularités correspondant à α et β différents de zéro, mais ici le problème n'est plus susceptible d'interprétation physique. »

(¹) E. PICARD, *Sur l'équilibre calorifique d'une surface fermée rayonnant au dehors* (*Comptes rendus*, 5 juin 1900). Voir aussi *Sur quelques problèmes relatifs à l'équation* $\Delta u = k^2 u$ (*Bulletin de la Société mathématique*, 1900).

GÉOLOGIE. — *Sur de nouveaux fossiles du Soudan.*
Note de M. A. DE LAPPARENT.

« Il y a peu de temps j'annonçais à l'Académie (¹) la découverte, faite au Soudan français par le capitaine Gaden, de fossiles marins d'âge *lutétien*.

» Depuis lors le même officier a bien voulu me remettre deux autres échantillons, recueillis par lui au Damerghou, c'est-à-dire entre Zinder et l'Aïr. L'un de ces fossiles est une exogyre un peu roulée, de type incontestablement crétacé. L'autre, presque entièrement transformé en carbonate de fer, est une *Ammonite*, la première qui ait été rapportée du Soudan. Par sa forme générale, par le dessin particulièrement simple de ses cloisons et par les quelques ornements que présente la spire, cette Ammonite paraît se placer dans le voisinage immédiat des genres qui caractérisent le passage du Turonien au Sénonien. M. Munier-Chalmas, qui l'a examinée, lui trouve des affinités à la fois avec le genre turonien *Mammites* et avec le genre *Vascoceras*, créé par M. Choffat pour des espèces turoniennes qu'on observe à la fois en Tunisie, en Algérie, en Portugal, en Espagne et en Provence.

» Ainsi les mers de la craie, dont l'extension depuis la Libye jusqu'à Bilma était attestée par l'oursin du colonel Monteil, s'étendaient à l'ouest du Tchad et couvraient le Damerghou. Il est presque certain que de là elles rejoignaient l'Atlantique, leurs sédiments devant servir de base aux couches tertiaires dont l'existence a été constatée à Zinder, à Tamaské et sur la côte du Sénégal. Il devient aussi très vraisemblable que c'est à des formes crétacées que s'applique la désignation des *Ammonites*, expressément mentionnées par Rohlfs dans son voyage du Tibesti à Bilma.

» On est donc en droit de penser que, à l'époque crétacée, toute la partie de l'Afrique, située au nord du 13e ou 14e degré de latitude nord, était occupée par une vaste mer, laissant émerger, d'un côté le massif de l'Abyssinie, de l'autre une île embrassant l'Aïr, les Tassili, l'Ahaggar et le Tademaït.

» D'autre part, puisque l'oursin de Bilma appartenait à la craie tout à fait supérieure, tandis que l'Ammonite du Damerghou est turonienne et que les fossiles de Tamaské sont lutétiens, on devine quelle moisson est réservée à de nouvelles recherches paléontologiques dans le centre du continent noir.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1118.

» A cette occasion j'ajouterai que M. le capitaine Gaden avait joint à son dernier envoi d'autres fossiles provenant du lutétien de Tamaskė. Ces échantillons confirment absolument la détermination d'âge basée sur le Nautile et les Oursins. On y remarque notamment plusieurs moules de Lucines du groupe de *Lucina gigantea*, ainsi que deux moules de la *Nerita* (*Velates*) *Schmideliana*, appartenant à la variété qui caractérise l'Éocène moyen. »

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Travaux astronomiques et magnétiques à Madagascar*. Note du P. **Colin**.

« Pendant les années 1902 et une partie de 1903, j'ai entrepris à Madagascar quelques travaux scientifiques dont j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats.

» I. Profitant d'un voyage à Ambatolampy, le 24 septembre 1902, j'en ai déterminé la longitude télégraphique d'après les méthodes que j'emploie ordinairement à cet effet. Tous calculs faits, elle égale $3^h 0^m 12^s$ ou $45^\circ 3' 14''$ Est de Paris.

» II. Afin de compléter mes levés magnétiques de 1901 et d'encadrer entièrement le massif volcanique de l'Ankaratra sur ses versants NE, N et NW, j'ai observé les trois éléments en neuf stations échelonnées le long d'une zone de 60^{km} de longueur, orientée suivant la direction SE-NW. Voici les résultats obtenus :

Lieu.	Date. 1902.	Altitude en mètres.	Déclinaison NW.	Inclinaison.	Comp. horiz. Unites C. G. S.	Station, nature du terrain.
			° ′ ″	° ′ ″		
A^{bi} mpanompo..	12 avril.	1608	13.51.29	....	0,24383	Sommet de la montagne; roches granitiques.
Sohamanina...	13 »	1436	6.17.59 (NE)	54.54.12	0,25069	Près la porte SW du village; minerai de fer.
Amboanana....	14 »	1554	10.39. 3	53.59.42	0,24846	Place N du village; argile rouge.
A^{bi} fohitrimo...	15 »	1612	10.21. 2	54.20.37	0,25005	Grand chemin près d'une haute pierre; argile rouge.
Behenjy.......	22 sept.	1384	....	54.42.37	....	30^m N du gîte d'étapes; argile rouge.
Ambatolampy..	23-24 »	1599	10.36. 7	54.53. 4	0,24827	10^m W de ma station de 1901; argile jaune.
Miantsoarivo...	25 »	1437	9.48. 6	54.17. 2	0,25434	60^m NW miss. catholique; argile rouge.
Fehibé........	26 »	1457	11. 1.35	55.42. 8	0,24599	Place du villlage; pierres brûlées; cendres siliceuses.
Tsirangaina....	26-27 »	1345	10.37.40	54.16.35	0,25358	Près la porte N miss. cathol., argile rouge.

» Ces résultats indiquent un écart considérable de l'aiguille aimantée à Sohamanina. Si nous les comparons avec les valeurs obtenues en 1901, à une station de 10^m de la précédente dans la direction N, nous trouvons que la déclinaison varie de $18' 34''$ et l'inclinaison de $4^\circ 1' 33''$. La cause de ces influences doit être attribuée au minerai de fer très abondant dans la région.

» III. Par suite de l'installation du magnétographe Mascart dans un pavillon situé à 100^m N. de l'observatoire de Tananarive, il a fallu établir et contrôler les valeurs des diagrammes par de fréquentes observations des éléments absolus. Ces déterminations, qui comprennent une période de 12 mois, sont contenues dans les trois Tableaux suivants :

Mesures absolues de la déclinaison en 1902 et 1903.

Dates.		Heures.		Déclinaison NW.	
Avril	26.	7^{h}45^m à	8^h 0^m	10°23′ 0″	
Mai	2.	6.45	7. 0	10.22. 7	Moy. : 10°19′40″.
	7.	6.50	7. 8	10.19.11	
	14.	7. 7	7.14	10.18. 8	
	23.	6.50	7. 7	10.24.49	
	29.	6.45	7. 0	10.16.15	
Juin	6.	6.40	6.53	10.19.52	Moy. : 10°19′1″.
	12.	6.55	7.10	10.18. 8	
	13.	6.45	7. 0	10.19. 7	
	18.	6.45	7. 0	10.20.19	
	25.	16.30	16.45	10.17.41	
Juill.	2.	16.15	16.30	10.16. 7	Moy. : 10°16′40″.
	9.	16.25	16.40	10.17.30	
	16.	16. 0	16.17	10.16.38	
	23.	16.40	16.55	10.19. 9	
	31.	16. 0	19.20	10. 7. 0	
Août	2.	16.25	16.40	10. 7. 7	Moy. : 10°14′57″.
	6.	16. 0	16.20	10.16.37	
	12.	16.10	16.25	10.14.45	
	21.	16.13	16.30	10.15.30	
	27.	16.10	16.25	10.21.49	
Sept.	3.	8.50	9. 3	10.14. 4	Moy. : 10°14′58″.
	10.	7.30	7.45	10.15.41	
	17.	16.20	16.35	10.13.34	
	18.	8.15	8.30	10.17.15	
Oct.	2.	15.45	16. 0	10. 8.34	Moy. : 10°12′6″.
	9.	8.15	8.30	10.14.12	
	11.	7.25	7.40	10. 8.45	
	14.	16. 5	16.20	10.12.34	
	16.	8.15	8.30	10.14.30	
	22.	16.45	17. 0	10.10.38	
	29.	12.15	12.30	10.15.30	

Dates.		Heures.		Déclinaison NW.	
Nov.	5.	12^h 5^m à	12^{h}20^m	10° 9′41″	Moy. : 10°11′3″.
	12.	11.45	12. 0	10.11.26	
	20.	11.10	11.25	10.12. 0	
	26.	11.25	11.40	10.11. 7	
Déc.	3.	16.15	16.30	10.13.49	Moy. : 10°11′40″.
	12.	13. 0	13.15	10. 9.45	
	17.	16.35	16.50	10.12.11	
	24.	11.45	12. 0	10. 8.34	
	31.	8.45	9. 0	10.14. 4	
Janv.	7.	11.50	12. 0	10. 8.30	Moy. : 10°10′50″.
	14.	7.15	7.25	10.15. 4	
	23.	11.50	12. 0	10. 9.56	
	29.	12.30	12.45	10. 9 52	
Fév.	4.	12.45	13. 0	10.10. 4	Moy. : 10°10′7″.
	5.	8.25	8.40	10.11.15	
	12.	8. 5	8.20	10. 9.49	
	18.	11.10	11.20	10. 9.30	
	26.	8.15	8.30	10.10. 0	
Mars	12.	16. 0	16.15	10. 7.45	Moy. : 10°9′54″.
	18.	11.55	12.12	10. 7.45	
	21.	9.10	9.30	10.13.22	
	25.	11.45	11.55	10. 9.45	
Avril	3.	11.50	12.10	10. 9.11	Moy. : 10°8′27″.
	8.	11.50	12.10	10.11. 7	
	15.	11.25	11.40	10. 8.26	
	22.	11.45	12. 5	10. 7.34	
	28.	12.10	12.25	10. 6. 0	

Mesures absolues de l'inclinaison en 1902 et 1903.

Dates.		Heures.		Inclinaison.	
Mai	3.	6^{h}55^m à	7^{h}30^m	54°13′15″	Moy. : 54°12′38″.
	10.	7. 5	7.40	54.16.20	
	16.	7.20	7.50	54.10.32	
	28.	7.10	7.45	54.10.25	
Juin	7.	7^{h}10^m à	7^{h}40^m	54° 3′58″	Moy. : 54°11′36″.
	14.	7. 5	7.40	54.16. 3	
	20.	16.10	16.40	54.18.32	
	26.	16.10	16.40	54. 7.53	

Dates.		Heures.		Inclinaison.	
		h m	h m	° ′ ″	
Juill.	4.	16.20 à	17. 0	54.12.22	Moy. : 54°4′52″.
	12.	16.15	16.50	54. 5.46	
	17.	16.17	17. 0	54. 4. 6	
	24.	16.20	16.55	53.57.14	
Août	1.	9. 5	9.42	53.55.38	Moy. : 54°3′6″.
	7.	11.25	11.50	54. 1. 0	
	13.	16.10	16.45	54. 8.44	
	14.	9. 0	9.30	54. 3. 9	
	21.	9. 0	9.30	54. 3.58	
	23.	11.25	11.50	54. 4.55	
	30.	16.10	16.45	54. 4.22	
Sept.	4.	11.30	12. 0	54. 4. 1	Moy. : 54°4′56″.
	12.	16.30	17. 5	54. 3 37	
	18.	16.30	17. 5	54. 7.54	
	30.	13.10	13.45	54. 4.15	
Oct.	10.	13. 0	13.30	54. 6. 3	Moy. : 54°6′56″.
	17.	16.25	17. 0	54.12.25	
	23.	9. 0	9.30	54. 7. 3	
	24.	16.25	16.55	54. 4.20	
	30.	12.30	12.55	54. 4.53	
Nov.	6.	11.35	12. 8	54. 4.26	Moy. : 54°7′36″.
	13.	9. 0	9.30	54. 8.14	
	14.	11.48	12.20	54. 8.15	
	21.	11.50	12.20	54.11.31	
	28.	16. 0	16.30	54. 5.37	
Déc.	4.	11.15 à	11.40	54.10.43	Moy. : 54°8′25″.
	11.	9.40	10.10	54. 6.30	
	18.	16.10	16.45	54.10.28	
	22.	8.25	9. 0	54. 9.20	
	26.	11.50	12.20	54. 8.18	
	31.	12.10	12.40	54. 5.13	
Janv.	9.	11.50	12.20	54.12. 3	Moy. : 54°7′1″.
	17.	8.30	9. 0	54. 5.22	
	22.	8. 0	8.30	54. 2. 2	
	24.	12.15	12.45	54.11.48	
	30.	12.10	12.40	54. 3.53	
Fév..	6.	13.25	13.55	54. 6. 8	Moy. : 54°7′15″.
	12.	11.20	11.50	54.11.39	
	19.	8.45	9.15	54. 9.21	
	21.	12.45	13.15	54. 4.26	
	25.	11.25	11.55	54. 6.15	
	28.	13.45	14.10	54. 5.46	
Mars	14.	11.20	12. 5	54. 4.35	Moy. : 54°5′50″.
	20.	11.45	12.15	54. 4. 9	
	27.	11.45	12.25	54. 7. 0	
	31.	14.45	15.25	54. 7.37	
Avril	7.	12.15	12.50	54.15.18	Moy. : 54°10′53″.
	16.	15.25	16. 0	54. 8.32	
	24.	11.55	12.20	54.10.52	
	29.	8.25	8.55	54. 8.51	

Mesures absolues de la composante horizontale en 1902 *et* 1903.

Dates.		Heures.		Composante horizontale.	
		h m	h m		
Mai	7...	7.12 à	7.50	0,25760	Moy. : 0,25712.
	14...	7.15	7.50	0,25660	
	23...	7. 8	7.43	0,25706	
	29...	7. 3	7.39	0,25722	
Juin	6...	6.54	7.29	0,25764	Moy. : 0,25700.
	13...	7. 7	7.41	0,25683	
	19...	6.43	7.15	0,25675	
	25...	16.48	17.25	0,25679	
Juill.	2...	16.58	17,31	0,25716	Moy. : 0,25705.
	9...	16.32	17. 7	0,25731	
	16...	16.21	16.54	0,25677	
	31...	16.22	17. 5	0,25698	
Août	6...	16.21	16.58	0,25653	Moy. : 0,25720.
	12...	16.27	17. 2	0,25694	
	22...	11.37	12.11	0,25761	
	28...	11.11	11.49	0,25774	
Sept.	3...	9. 6	9.41	0,25754	Moy. : 0,25753.
	10...	7.47	8.28	0,25757	
	17...	16.29	17. 7	0,25714	
	18...	8.35	9.28	0,25758	
Oct.	3...	8.52 à	9.38	0,25799	Moy. : 0,25766.
	9...	15.54	16.37	0,25770	
	16...	15.59	16.45	0,25766	
	23...	16,25	17. 9	0,25762	
	29...	12.38	13.14	0,25751	
	30...	8.48	9.34	0,25753	
Nov.	5...	12.26	12.50	0,25733	Moy. : 0,25766.
	6...	8.34	9.15	0,25752	
	13...	11.15	11.56	0,25801	
	20...	11.31	12. 8	0,25801	
	26...	11.43	12.40	0,25747	
Déc.	12...	13.17	13.59	0,25763	Moy. : 0,25769.
	18 ..	8.42	9.35	0,25786	
	19...	11.42	12.23	0,25800	
	24...	12. 5	12.38	0,25724	
	31...	9. 5	9.38	0,25774	
Janv.	7...	12. 1	12.35	0,25810	Moy. : 0,25775.
	15...	8.20	8.59	0,25762	
	23...	12. 6	12.39	0,25768	
	29...	11.53	12.24	0,25761	

Dates.	Heures.		Composante horizontale.	
	h m	h m		
Févr. 4...	13. 2 à	13.34	0,25712	Moy. : 0,25747.
12...	8.30	9.14	0,25752	
13...	12.19	12.56	0,25724	
18...	11.23	11.54	0,25749	
26...	8.32	9.10	0,25759	
27...	13.23	13.58	0,25789	

Dates.	Heures.		Composante horizontale.	
	h m	h m		
Mars 13...	16. 4 à	16.43	0,25791	Moy. : 0,25741.
14...	16.11	16.49	0,25753	
19...	11.23	11.58	0,25729	
25...	12. 3	12.36	0,25692	
Avril 3...	12.13	12.51	0,25696	Moy. : 0,25679.
8...	12.13	12.57	0,25717	
15...	11.44	12.19	0,25672	
22...	12. 9	12.49	0,25626	
28...	12.29	13. 0	0,25687	

» Il résulte des moyennes mensuelles des trois éléments que, à Tananarive, de mai 1902 au mois d'avril 1903 : 1° la déclinaison a diminué de 11′, offrant un léger maximum en septembre; 2° l'inclinaison a diminué de 1′45″; elle présente deux maxima, l'un en mai, l'autre assez faible en décembre; ensuite deux minima, aux mois d'août et de mars; 3° la composante horizontale a diminué de 0,00033; elle a éprouvé un maximum en janvier et deux minima, le premier en juin, le second en avril. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire de Chartres** invite l'Académie à se faire représenter, le dimanche 7 juin, à l'inauguration d'un monument élevé à Chartres, par le département d'Eure-et-Loir, en mémoire des expériences faites par Pasteur dans les environs de cette ville.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux brochures concernant notre regretté Confrère, *P.-P. Dehérain*. L'une, extraite des *Annales de Grignon*, contient les Discours qui ont été prononcés à ses obsèques, et une liste chronologique de ses Travaux scientifiques; l'autre, extraite des Procès-Verbaux de la Société d'Histoire naturelle d'Autun, contient une Notice biographique, par M. *L. Maquenne*.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les propriétés infinitésimales des systèmes linéaires de cercles.* Note de M. **Mesuret**, présentée par M. Appell.

« Dans une précédente Note nous avons exposé les principales propriétés géométriques des systèmes linéaires de cercles. Nous nous proposons ici d'exposer leurs propriétés infinitésimales, en entendant par là la détermination des variétés sphériques dont certains éléments différentiels, que nous définirons, appartiennent à des systèmes Λ_5.

» Tout d'abord, considérons une variété sphérique à une dimension, c'est-à-dire une famille de sphères dépendant d'un seul paramètre. Nous supposerons, pour exprimer cette dépendance, que les coefficients de l'équation pentasphérique de la sphère génératrice sont fonctions d'un paramètre et nous dirons qu'une variété sphérique à une dimension est unicursale quand les fonctions précédentes sont des fonctions rationnelles.

» Or, les cercles caractéristiques de ces sphères constituent, comme on sait, un premier système de lignes de courbure de la surface-enveloppe; en partant de ces définitions nous arrivons à la propriété suivante :

» *Les lignes de courbure circulaires des surfaces enveloppes de variétés sphériques unicursales à une dimension d'ordre inférieur ou égal à 5 peuvent faire partie d'un système* Λ_5.

» En particulier, les variétés unicursales du 3[e] ordre ont pour surfaces enveloppes des anallagmatiques ayant une cubique gauche pour déférente; d'après la proposition générale qui précède, ces variétés appartiennent à un Λ_5 par leurs lignes de courbure circulaires et il est à remarquer que les tangentes à la déférente appartiennent en même temps à un complexe linéaire de droites. Et, pour demeurer toujours dans le domaine des variétés sphériques à une dimension, si nous cherchons quelles sont les variétés unicursales dont les cercles d'intersection de toutes les sphères génératrices prises deux à deux puissent faire partie d'un système Λ_5, nous trouverons seulement les variétés du second ordre qui ont pour surfaces enveloppes des cyclides à déférentes de coniques.

» En second lieu, considérons une variété sphérique à deux dimensions, c'est-à-dire une famille de sphères dépendant de deux paramètres. Nous supposons encore que les coefficients pentasphériques de l'équation de la sphère génératrice sont fonctions de deux paramètres indépendants et nous

dirons qu'une telle variété est unicursale quand les fonctions précédentes sont rationnelles. Les sphères d'une telle variété touchent leur enveloppe en deux points; nous appelons *cercles limites* de l'une de ces sphères les cercles tracés sur la sphère et passant par les points caractéristiques. Dans ces conditions, *nous trouvons que les seules variétés unicursales dont les cercles limites puissent appartenir à un* A_5 *sont les variétés du deuxième ordre; ces variétés ont pour enveloppe les cyclides à déférentes de quadriques*. Mais, dans ce domaine, il n'existe pas, comme il est facile de s'en assurer, de variétés sphériques unicursales à deux dimensions dont tous les cercles d'intersection de deux quelconques des sphères puissent faire partie d'un système A_5.

» Revenons pour un instant aux variétés sphériques à une dimension pour en définir certains éléments différentiels. Nous dirons que deux sphères infiniment voisines définissent un cercle tangent, que trois sphères infiniment voisines définissent un bi-point tangent, enfin nous appellerons *sphère osculatrice* d'une telle variété la sphère orthogonale à quatre sphères infiniment voisines. Ces définitions posées, il est aisé de voir que lorsqu'une variété sphérique appartient à un A_5 par les lignes de courbure circulaires de sa surface enveloppe, la sphère osculatrice d'une de ses sphères est la sphère conjuguée de celle-ci dans le A_5.

» Comme conséquence immédiate, si deux variétés sphériques à une dimension appartiennent par leurs cercles tangents à un A_5 et si elles ont en une sphère commune mêmes cercle et bi-point tangents, elles ont nécessairement même sphère osculatrice en la sphère commune considérée. »

ÉLASTICITÉ. — *Sur l'anisotropie de la soie, et la valeur du coefficient de Poisson*. Note de M. F. BEAULARD, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note précédente (20 octobre 1902) j'ai indiqué dans quelles conditions il convient d'opérer pour obtenir une détermination du module de traction correspondant à un phénomène bien défini, et j'ai également donné pour un fil de soie, formé de 20 brins, la valeur σ du coefficient de Poisson (rapport de la contraction latérale β de l'unité de longueur d'une section transversale à la valeur α de la dilatation longitudinale de l'unité de longueur d'un fil de section unité, sous l'unité de charge). Or, la valeur trouvée pour σ est plus de 300 fois plus grande que celle qui est exigée par la théorie, la soie étant considérée comme une substance isotrope; mais ce résultat n'a rien de surprenant, étant donnée

la constitution quasi-fibreuse d'un fil formé par 20 brins élémentaires. Aussi, j'avais naturellement songé à opérer sur un fil unique, tiré d'un écheveau commercial, et constitué par l'union de quatre baves naturelles de vers à soie; la difficulté de la détermination précise du diamètre d'un pareil fil m'avait fait différer la publication des résultats obtenus : ce sont ceux que je donne aujourd'hui, ayant effectué cette mesure avec autant de précision que possible.

» J'ai utilisé d'abord un microscope de physicien, dont le réticule était commandé par une vis micrométrique, et ensuite un microscope de naturaliste (Leitz) à micromètre oculaire gradué et taré; les nombres trouvés, aussi concordants que possible, m'ont conduit à admettre, pour la valeur d du diamètre du fil de soie, le nombre $d = 0^{cm},004742$ (nombres extrêmes : 0,00520 et 0,00410).

» La détermination du module de torsion (μ de Lamé), nécessaire pour ce qui va suivre, a été effectuée par la méthode des oscillations; le fil, long de $50^{cm},29$, était tendu par une sphère de diamètre $1^{cm},2$ et de masse $7^{g},536$; l'amplitude moyenne de l'oscillation a été de 30° dans une expérience, de 5° dans une autre; la réduction, dans les deux cas, à une amplitude infiniment petite, a donné, pour la durée t d'une oscillation, le même nombre $t = 58^{sec},548$; ce qui donne, pour μ, la valeur $\mu = 1,268.10^{10}$.

» Ces recherches préliminaires faites, j'ai opéré, pour déterminer le module de Young $E = \frac{1}{\alpha}$, par variations cycliques de la variable mécanique, l'expérience se poursuivant jusqu'au moment où, dans le plan allongement-charge, le parcours de la variable géométrique était invariablement fixé; aux erreurs expérimentales près, la courbe figurative des allongements, quand les charges varient entre deux valeurs P_0 et P_1, est *une ligne droite;* d'où il résulte que la valeur de E, déduite de l'allongement, est alors indépendante de la charge (élasticité parfaite) et du sens de sa variation (absence d'hystérésis).

» De la valeur de E on peut, au moyen des relations,

$$1 + \sigma = \frac{1}{2\mu}, \tag{1}$$

$$\beta = \sigma\alpha = \frac{\sigma}{E}, \tag{2}$$

calculer σ et β.

» Je donne les résultats de trois séries d'expériences :

I. — *Dernière descendante* (2e *cycle*), *fil* n° 1.

$P = 18^{g},545$	$L = 50^{cm^3},870$			
16,545	50,780	$E = 6,49.10^{10}$	$\sigma = 1,56$	$\beta = 2,402.10^{-11}$
14,545	50,690	$6,61.10^{10}$	1,61	$2,433.10^{-11}$
12,545	50,610	$7,03.10^{10}$	1,77	$2,521.10^{-11}$
	Moyenne :	$E = 6,71.10^{10}$	$\sigma = 1,65$	$\beta = 2,450.10^{-11}$

II. — *Dernière descendante* (2e *cycle*), *fil n°* 2.

$P = 18^{g},545$	$L = 34^{cm^3},290$			
16,545	34,260	$E = 7,34.10^{10}$	$\sigma = 1,13$	$\beta = 2,58.10^{-11}$
14,545	34,205	$6,07.10^{10}$	1,39	$2,29.10^{-11}$
12,545	34,135	$5,43.10^{10}$	1,87	$2,09.10^{-11}$
		Moyenne : $E = 6,28.10^{10}$	$\sigma = 1,47$	$\beta = 2,32.10^{-11}$

III. — *Dernière descendante, et dernière ascendante* rectiligne (4e *cycle*), *fil n°* 3.

$P = 12^{g},545$	$L = 49^{cm^3},230$			
15,545	49,355	$E = 6,56.10^{10}$	$\sigma = 1,588$	$\beta = 2,42.10^{-11}$
18,545	49,495	$6,25.10^{10}$	1,462	$2,34.10^{-11}$
15,545	49,360	$6,84.10^{10}$	1,696	$2,48.10^{-11}$
12,545	49,260	$6,43.10^{10}$	1,538	$2,39.10^{-11}$
		Moyenne : $E = 6,52.10^{10}$	$\sigma = 1,571$	$\beta = 2,41.10^{-11}$

» La moyenne générale est

$$E = 6,50.10^{10}, \quad \sigma = 1,563, \quad \beta = 2,393.10^{-11}.$$

» Le résultat trouvé pour σ ne laisse aucun doute sur l'anisotropie de la soie. »

PHYSIQUE. — *Sur le magnétisme des liquides et des cristaux.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

« Le phénomène que j'ai étudié et dont j'ai donné la théorie dans des Notes précédentes (¹) consiste en une modification inégale que subissent les composantes principales de la lumière à travers certaines liqueurs placées dans le champ magnétique ou électrique; il s'agit, non pas d'une absorption proprement dite, mais d'une inégalité de modification liée à des réfractions et à des réflexions produites par des lamelles orientées : les termes de *dichroïsme magnétique ou électrique des liquides* ne caractérisent donc pas rigoureusement le phénomène dont j'ai parlé.

» Cette expression de *dichroïsme magnétique* a été déjà employée par M. Q. Majorana qui a signalé une inégalité d'absorption des deux composantes principales dans le chlorure de fer et dans le fer Bravais; ce physicien a, en outre, constaté dans ces

(¹) *Comptes rendus*, séances des 6, 14 avril et 4 mai 1903.

mêmes corps l'existence d'une biréfringence magnétique concomitante avec cette absorption, ainsi que la rotation magnétique du plan de polarisation qui résulte de l'inégalité d'absorption des deux composantes principales. L'*effet Majorana* (biréfringence magnétique) est donc analogue au phénomène de Kerr. Les actions que j'ai étudiées se rattachent aux phénomènes magnéto-cristallins. Ils ne se produisent qu'avec des liqueurs mixtes, c'est-à-dire constituées par un liquide associé à un solide cristallin. J'ai étudié plusieurs centaines de liqueurs actives dans des champs magnétiques inférieurs à 10000 C. G. S., et ce n'est que dans quelques cas seulement (une dizaine au plus) que j'ai constaté de la biréfringence, et encore il s'agissait de différences de marche qui n'atteignaient qu'une très petite fraction de longueur d'onde.

» Ces actions ne sont pas liées non plus à des phénomènes d'absorption, ainsi que le montre la théorie précédemment exposée; ils se produisent avec une foule de liqueurs incolores dont j'ai poursuivi l'étude afin de classer les sels cristallins et les liquides au point de vue de leur pouvoir magnétique, en utilisant seulement des mesures optiques. Voici la liste des liquides et des solides sur lesquels j'ai opéré et qui m'ont fourni, par leur association, plus de 250 liqueurs actives.

Liquides.	Solides.
Sulfure de carbone.	Azotate de potasse.
Essence de térébenthine.	» de soude.
Huile de pétrole.	Carbonate de potasse.
Benzine.	Bicarbonate de soude.
Toluène.	Bichromate de potasse.
Xylène.	Chlorate »
Alcool méthylique.	Sulfate de potasse.
» éthylique.	» de soude.
» butylique.	» de fer.
» amylique.	» de nickel.
» caprylique.	» de cobalt.
Glycérine (hydratée).	» de zinc.
Aldéhyde formique.	» de cuivre.
» éthylique.	» de magnésie.
Acétone.	Sulfite de soude.
Acide formique.	Oxalate de potasse.
» acétique.	Tartrate de potasse.
Chloroforme.	Phosphate d'ammoniaque.
Bromure d'éthyle.	Roccelline.
Iodure d'éthyle.	Hélianthine.
Eau.	Rouge de Bordeaux.
	Chrysoïdine.
	Chrysophénine.

» Indépendamment des solides précédents, j'en ai essayé une foule d'autres qui n'ont donné naissance à aucune liqueur active, en particulier des substances cubiques. C'est là, en effet, un résultat général : *aucun*

corps se rattachant à ce système ne figure parmi les substances actives, tandis que tous les autres systèmes cristallins y sont représentés, on y rencontre des biaxes et des uniaxes, jamais de substances isotropes ; c'est là d'ailleurs une conséquence de la théorie précédemment indiquée : dans les corps isotropes, toutes les directions sont équivalentes au point de vue magnétique, aucun axe ne subit une action privilégiée malgré la forme compliquée de l'édifice cristallin et le phénomène en question semble lié à la symétrie de la molécule cristalline elle-même.

» Les 250 liqueurs actives observées concourent toutes à la formation d'un Tableau *unique,* pourvu que l'on introduise la règle des indices comme je l'ai indiquée; il ne se présente alors aucune contradiction ([1]). La formation d'un tel Tableau est impossible lorsqu'on ne tient pas compte des indices, et l'on tombe dans des contradictions dès qu'on cherche à y faire figurer plusieurs liquides.

» Voici un exemple qui montre immédiatement les difficultés que l'on rencontre à chaque instant : L'alcool éthylique donne le dichroïsme négatif avec le chlorate de potasse et le dichroïsme positif avec l'oxalate de potasse; il faudra donc les placer dans l'ordre suivant pour représenter cette inversion :

Chlorate de potasse,
Alcool,
Oxalate de potasse.

» Cherchons maintenant à introduire dans ce Tableau l'acide phénique qui donne avec l'oxalate le dichroïsme négatif, et avec le chlorate le dichroïsme positif; il devrait, pour traduire ces faits avec les mêmes conventions, être placé après l'oxalate et avant le chlorate : il n'aurait donc pas une place unique, et il y a contradiction.

» Au contraire, si nous tenons compte de la règle des indices, l'acide phénique étant plus réfringent que les deux sels en question, devra être rangé cette fois avant l'oxalate et après le chlorate, c'est-à-dire dans la partie médiane du Tableau, au voisinage de l'alcool; sa position, par rapport à celui-ci, étant déterminée grâce aux autres solides qu'on cherchera à introduire dans le Tableau.

» On aura donc la suite que voici :

	Indices.
1. Chlorate de potasse.....	entre 1,45 et 1,50
2. Alcool................	1,36
3. Acide phénique........	1,54
4. Oxalate de potasse......	entre 1,47 et 1,50

qui résume tous les phénomènes observés avec ces corps.

» Cet exemple montre en même temps comment on peut classer les liquides au

---

([1]) Dans la Note précédente du 4 mai, p. 1059, ligne 19, *au lieu de* je n'ai trouvé qu'une exception, *il faut lire* je n'ai trouvé aucune exception.

point de vue de leur magnétisme, car les numéros d'ordre de ce Tableau varient dans le même sens que les pouvoirs magnétiques. »

PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité calorifique du fer dans le champ magnétique.* Note de M. A. Lafay, présentée par M. A. Potier.

« En 1850, Maggi (1) annonça à l'Académie de Vérone que la conductibilité calorifique du fer était modifiée par l'action du magnétisme. Pour le démontrer, ce physicien employait le mode expérimental utilisé par de Sénarmont dans ses recherches classiques sur la conductibilité des cristaux. Une plaque de tôle, convenablement isolée par des supports mauvais conducteurs, était placée au-dessus des pôles d'un électro-aimant en fer à cheval; elle était recouverte d'un enduit, à base de cire, qui fondait lorsqu'on la chauffait en son centre et dessinait une isotherme elliptique lorsque l'électro-aimant fonctionnait. Maggi observa que le grand axe de l'ellipse s'orientait perpendiculairement à la direction du champ.

» Après avoir été contesté par divers physiciens et en particulier par MM. Naccari et Bellati (2), l'effet signalé par Maggi a été de nouveau observé par M. Korda (3) qui, se basant sur ses expériences et sur des considérations théoriques, a annoncé que la conductibilité du fer est très sensiblement affaiblie dans le sens des lignes de force du champ, mais reste inaltérée dans une direction perpendiculaire.

» Ces contradictions m'ont donné l'idée d'entreprendre quelques expériences sur ce sujet et d'examiner en particulier si, en employant des champs très intenses, il ne serait pas possible d'observer des phénomènes semblables sur d'autres corps que le fer.

» En répétant l'expérience de de Senarmont sur des lamelles de verre et de diverses substances médiocrement conductrices, j'ai obtenu des ellipses très nettes dans des champs d'environ 20000 unités. J'avais d'ailleurs précédemment réussi la même expérience avec de la tôle mince de fer ou d'acier au nickel.

» Dans tous les cas, l'isotherme avait son grand axe normal au champ et une ellipticité croissante avec l'intensité du magnétisme. La découverte de Maggi me semblait

(1) Maggi, *Archives de Genève*, t. XIV, 1850, p. 132.

(2) Naccari et Bellati, *Nuovo Cimento*, t. I et II, 1877, p. 72-89 et 107-125.

(3) D. Korda, *L'influence du magnétisme sur la conductibilité calorifique du fer* (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1899, p. 418). — *Ibid.* (*Journal de Physique théorique et appliquée*, 4e série, t. I, 1902, p. 307).

donc entièrement confirmée quand j'eus l'idée de répéter les mêmes essais dans le vide.

» Dans ces conditions on n'obtient plus d'ellipse et j'ai pu m'assurer que l'effet précédemment observé était dû à la production d'un courant d'air chaud qui, sous l'action du magnétisme, se propage normalement à la direction du champ. Ce phénomène est analogue à celui que l'on rend visible par une expérience de cours bien connue, consistant à souffler une bougie en l'approchant de l'espace interpolaire d'un puissant électro-aimant.

» Dans le cas qui nous occupe, l'air chaud s'éloigne du point central échauffé en léchant, pour ainsi dire, la surface de la lame et en protégeant les régions médianes de cette dernière contre le refroidissement.

» Cette action doit être d'autant moins sensible que la lame sur laquelle on opère est plus épaisse, et c'est en réalité la relation inexplicable qui paraissait exister entre l'ellipticité des isothermes et l'épaisseur des plaques qui m'a conduit à faire des essais dans le vide.

» Dans quelques expériences MM. Naccari et Bellati ont, de leur côté, retrouvé l'effet Maggi, en opérant sur des tôles très minces, alors que des plaques plus épaisses ne donnaient rien ; mais ces physiciens ont attribué cette divergence à une action mécanique due à l'attraction magnétique.

» J'ai répété l'expérience de de Senarmont sur des lames de fer mince, soumises à des efforts de traction progressivement croissants jusqu'à rupture et dans aucun cas les isothermes n'ont acquis une ellipticité sensible. Donc si, comme il est très naturel de le supposer, des efforts mécaniques altèrent l'isotropie des corps en ce qui concerne la conductibilité, l'action produite dans le cas qui nous occupe est inaccessible au mode d'investigation employé et ne peut expliquer l'anomalie observée.

» Cette explication est au contraire actuellement évidente si l'on remarque que la diminution d'épaisseur de la lame de fer, tout en rendant plus importante l'action de l'air ambiant, fait croître en même temps la résistance du circuit magnétique et, par suite, l'intensité du flux extérieur qui provoque le phénomène de convection.

» J'ai eu l'occasion de constater que cet effet perturbateur peut encore faire sentir son influence dans le cas où l'on cherche à étudier les variations de conductibilité sur des baguettes d'assez grande section placées dans un champ intense. Pour que des expériences de cette nature soient concluantes il est nécessaire de les répéter dans le vide.

» L'expérience de de Senarmont, correctement effectuée, ne donnant plus l'effet Maggi, il y avait lieu d'examiner si ce phénomène n'existerait pas, mais à un très faible degré d'intensité.

» Dans ce but, j'ai fait découper en deux parallélépipèdes égaux un petit cube de fer de manière à pouvoir intercaler entre ces deux parties une lame conductrice isolée par deux feuilles de mica très minces. Le passage d'un courant dans cette lame permet d'échauffer symétriquement et dans des conditions toujours identiques les deux moitiés du cube qui sont fortement serrées l'une contre l'autre.

» Une pince thermo-électrique peut être appliquée sur l'une ou l'autre face de manière à suivre l'accroissement de la température en fonction du temps lorsqu'on fait passer le courant dans la lame médiane.

» Ce système est contenu dans une enceinte vide d'air dont la température est maintenue uniforme par un courant d'eau extérieur. On peut, sans rien changer à la disposition de ses éléments essentiels, le placer entre les pièces polaires de l'électro-aimant de manière que le flux de chaleur se propage normalement ou parallèlement au champ.

» Dans ces conditions on a toujours obtenu des résultats identiques et indépendants de l'orientation du cube.

» Étant donnée la précision qu'il est possible d'atteindre dans ces expériences, je crois pouvoir en conclure que la différence présentée par la conductibilité du fer dans les deux directions considérées est inférieure à $\frac{5}{1000}$.

» La conductibilité du cube paraît plus grande lorsque le champ n'existe pas, mais je ne puis indiquer avec certitude l'ordre de grandeur de cette différence, car la suppression du champ entraîne des variations difficilement appréciables de la résistance ohmique de la lame de chauffage, ainsi que de la force électromotrice du couple thermo-électrique.

» En résumé, les recherches que j'ai exécutées tendent à prouver :

» 1° Que l'effet observé par Maggi est dû à un phénomène de convection à l'abri duquel il conviendra de se mettre toutes les fois que l'on étudiera la conductibilité des corps dans le champ magnétique;

» 2° Que, dans un champ intense, la conductibilité du fer subit très probablement une diminution appréciable, mais dont la valeur est à très peu près la même quelle que soit l'orientation mutuelle des flux magnétique et calorifique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'utilisation de l'énergie pour les transmissions de télégraphie sans fil.* Note de M. G. **Ferrié**, présentée par M. A. Potier.

« L'énergie que l'on peut utiliser pous une transmission de télégraphie sans fil, avec transformateur Tesla, dépendant des capacités que l'on peut introduire dans le circuit excitateur et de leur potentiel de décharge, il y a avantage à donner aux antennes une grande surface, afin de pouvoir les accorder sur un circuit excitateur contenant de grandes capacités.

» Mais lorsqu'on fait usage de bobines d'induction, on ne peut dépasser une certaine valeur pour ces capacités sans cesser d'avoir un bon fonc-

tionnement de la bobine; l'antenne ne peut donc pas dépasser certaines dimensions. D'autre part, le potentiel de décharge étant, à peu près, en raison inverse de la capacité, l'énergie utilisable est sensiblement constante. Il convient dans ce cas de choisir les capacités du circuit excitateur, de manière à permettre d'accorder l'antenne avec trois ou quatre spires du secondaire du Tesla, seulement.

» Toutefois il est possible d'employer plusieurs bobines d'induction pour une même antenne, en les montant soit sur un même Tesla, soit sur des Tesla différents dont les secondaires sont en quantité ou en série sur l'antenne.

» L'emploi de transformateurs industriels présente l'avantage de permettre d'employer de très grandes capacités en circuit excitateur (et d'utiliser aussi une grande énergie), car le potentiel de décharge augmente, dans certaines limites cependant, avec ces capacités par suite de phénomènes de résonance propres de l'instrument. Mais lorsqu'on dispose d'antennes déterminées, on ne peut augmenter beaucoup ces capacités, puisqu'il doit y avoir accord entre l'antenne et le circuit excitateur, et que le potentiel de décharge est limité. L'énergie utilisable avec ce montage est donc limitée aussi. M. Marconi a tourné la difficulté en employant d'abord toute l'énergie disponible à faire des oscillations de période quelconque dans un premier circuit contenant le plus de capacités possible. Ces oscillations sont ensuite portées à très haute tension par un premier Tesla, qui charge ainsi une autre capacité choisie, de manière que la période de sa décharge puisse être accordée sur l'antenne au moyen d'un deuxième Tesla.

» Nous avons trouvé préférable de diviser toutes les capacités que peut charger le transformateur industriel, en deux ou plusieurs groupes placés dans des circuits oscillants différents, mais montés sur un même oscillateur. Tous ces circuits, réglés de manière à produire des oscillations de périodes égales, agissant sur l'antenne, par l'intermédiaire d'un nombre égal de Tesla, dont les secondaires sont montés en série ou en quantité sur l'antenne.

» Le réglage d'accord se fait par tâtonnements, au moyen des indications de l'ampèremètre thermique placé comme il a été dit dans une précédente Note, en agissant de manière égale sur les secondaires s'ils sont en quantité, ou sur un seul s'ils sont en tension.

» Le mouvement vibratoire communiqué à l'antenne a une période égale à celle de chacun des circuits excitateurs et l'on peut donc mieux uti-

liser l'énergie dont on dispose, en n'employant, cependant, que la longueur d'onde que l'on veut, et en augmentant ainsi l'effet produit par cette énergie.

» *Forme de l'antenne.* — De nombreuses expériences nous ont montré que, toutes choses égales d'ailleurs, les transmissions étaient d'autant plus efficaces que les ampèremètres thermiques, placés comme il a été dit, indiquaient des débits plus forts. Mais, comme l'intensité de l'onde stationnaire va en diminuant depuis le sol jusqu'au sommet, il y a avantage à maintenir à cette intensité une valeur élevée sur la plus grande hauteur possible de l'antenne.

» Les antennes de grande hauteur sont donc avantageuses déjà à ce point de vue, mais leur partie supérieure n'a en réalité qu'une faible utilité.

» Il est possible aussi d'employer des antennes dissymétriques construites de manière que leur partie supérieure représente la plus grande partie du quart d'onde donné par l'antenne totale. On a ainsi une intensité élevée sur une grande partie de la hauteur de l'antenne.

» En terminant, nous dirons un mot des valeurs des intensités indiquées par les ampèremètres thermiques.

» Lorsqu'on excite une antenne filiforme de 35^{m} de longueur au moyen d'une forte bobine d'induction, on mesure, à 1^{m} de la prise de terre, une intensité efficace de 2^{amp} environ, au moyen d'un ampèremètre thermique. Si l'on peut considérer comme exacte cette indication de l'instrument, et si l'on admet que chaque décharge donne naissance à trois oscillations égales, d'une durée de 4×10^{-7} chacune, on calcule que l'intensité efficace moyenne de chacune des oscillations est de 100^{amp} environ. »

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les rayons émis par le plomb radioactif.* Note de MM. **Korn** et **Strauss**, présentée par M. L. Cailletet

« Les premières recherches sur le plomb radioactif ont été publiées il y a presque 3 ans (1). En étudiant les propriétés de ses rayons qui rappellent en bien des points les rayons émis par le radium et le polonium, nous avons trouvé une influence remarquable des rayons cathodiques sur l'effet photographique de ces substances. Nous avons comparé l'effet photographique de deux quantités égales de plomb radioactif (sous forme de sulfate) dont une avait été exposée pendant 10 minutes à l'influence

(1) K.-A. Hofmann et E. Strauss, *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, 1900, p. 3126; 1901, p. 8, 907, 3033. — K.-A. Hofmann et V. Woelfl, *Ibid.*, 1902, p. 1453.

des rayons cathodiques dans un tube à gaz raréfié. L'impression photographique produite par cette dernière quantité était bien plus intense que celle de la substance qui n'avait pas subi préalablement l'influence des rayons cathodiques. Il ne peut pas être question d'une simple phosphorescence (trop faible pour être visible directement), puisque cette différence de l'effet photographique reste la même si l'on interpose une plaque mince d'aluminium ou du papier noir entre la matière radioactive et la plaque sensible.

» Jusqu'à présent, nous n'avons pu découvrir une action semblable des rayons cathodiques sur aucune autre matière radioactive (uranium, radium, polonium, actinium).

» Après le fait décrit, on aurait pu penser que la substance influencée par les rayons cathodiques montrerait aussi un accroissement de son pouvoir de décharger les corps électrisés (pouvoir électroactif); mais les expériences n'ont pas tout à fait vérifié cette idée. Dans la plupart des cas, le pouvoir électroactif restait le même; l'action parallèle des rayons cathodiques sur le pouvoir électroactif ne se montrait que dans un cas exceptionnel que nous devons mentionner parce qu'il faut en conclure qu'on a affaire à deux effets du plomb radioactif entièrement différents. Il doit y avoir :

» 1° Un rayonnement [1], qui traverse facilement des plaques de verre, aluminium, etc., qui influence surtout les plaques photographiques et qui n'a qu'un faible pouvoir électroactif (dû à l'ionisation de l'air);

» 2° Un effet d'un grand pouvoir électroactif (produit probablement par une substance très fine se dégageant de la matière radioactive qui se dissout dans l'air ambiant), qui n'est pas aussi pénétrant que le premier rayonnement.

» Les expériences démontrent que les rayons cathodiques n'augmentent que le premier rayonnement; une augmentation du pouvoir électroactif, du reste très faible, ne devient sensible que quand on emploie une substance dont on a d'abord affaibli le pouvoir électroactif par de certains procédés chimiques [2]. Ces expériences rendent l'hypothèse de deux effets du plomb radioactif de nature entièrement différente très vraisemblable. »

---

(1) Ces rayons sont déviables dans un champ magnétique.

(2) A. KORN et STRAUSS, *Ueber die Strahlungendes radioactiven Bleises* (*Drude's Ann. d. Phys.*, t. XI, 1903).

RADIOACTIVITÉ. — *Sur l'émanation du radium et son coefficient de diffusion dans l'air.* Note de MM. **P. Curie** et **J. Daune**, présentée par M. A. Potier.

« Lorsqu'on étudie le rayonnement de Becquerel émis par les parois d'un réservoir en verre, scellé à la lampe, et contenant l'émanation du radium (c'est-à-dire contenant de l'air activé par une solution d'un sel de radium), on constate que l'intensité du rayonnement I du réservoir diminue avec le temps t suivant une loi exponentielle. L'activité diminue de moitié en 4 jours (¹); on a

$$I = I_0 e^{-bt} \quad \text{ou} \quad \frac{dI}{dt} = -bI,$$

avec $b = 2,01.10^{-6}\,\text{sec}^{-1}$.

» On peut répéter l'expérience précédente avec un réservoir en verre qui, au lieu d'être scellé, communique avec l''atmosphère par un tube de verre capillaire. On trouve alors que l'intensité du rayonnement diminue plus rapidement que dans le premier cas, mais toujours suivant une loi exponentielle caractérisée par un coefficient b' plus grand que b. Dans cette expérience une partie de l'émanation s'écoule par le tube capillaire, et la différence $b' - b = a$ est caractéristique de cet écoulement. On peut admettre que le rayonnement des parois du réservoir est proportionnel à la quantité d'émanation qu'il contient. La loi exponentielle indique alors que la vitesse d'écoulement de l'émanation par le tube capillaire est proportionnelle à la quantité d'émanation qui se trouve dans le réservoir.

» Nous avons trouvé que le coefficient a varie proportionnellement à la section s du tube capillaire, en raison inverse de la longueur l du tube, en raison inverse du volume v du réservoir, et qu'il est indépendant de la forme du réservoir.

» On a donc

$$a = \frac{Ks}{lv},$$

K étant un coefficient qui caractérise la diffusion de l'émanation dans l'air.

(¹) Curie, *Comptes rendus*, 17 novembre 1902.

A la pression atmosphérique à la température de 10° environ

$$K = 0{,}100 \text{ unités C. G. S.}$$

» La loi des longueurs se vérifie très bien ; la loi relative à la section est aussi vérifiée d'une façon assez satisfaisante ; il semble cependant que la vitesse d'écoulement croît avec la section du tube un peu moins vite que cette section. Le Tableau suivant contient le résultat des expériences (*d* est le diamètre du tube capillaire) :

d.	*l*.	*v*.	$10^6 b$.	$10^6 a$.	K.
0,0426	2,8	7,8	11,12	9,11	0,139 ?
0,0426	5,4	7,8	6,13	4,12	0,122 ?
0,0426	13,0	7,1	4,12	2,11	0,137 ?
0,0951	10,0	6,25	14,70	12,69	0,112
0,0956	13,4	6,25	11,25	9,24	0,108
0,0966	35,2	6,25	5,69	3,68	0,110
0,132	34,1	6,2	8,73	6,72	0,104
0,131	37,7	12,3	5,13	3,12	0,106
0,143	19,0	13,7	8,22	6,21	0,101
0,143	33,1	13,7	5,54	3,53	0,095
0,167	4,5	12,3	43,40	41,39	0,105
0,167	9,8	12,3	20,95	18,94	0,104
0,167	18,8	12,3	11,50	9,49	0,100
0,167	37,2	12,3	7,10	5,09	0,106
0,189	7,3	23,9	18,30	16,29	0,101
0,192	14,8	23,9	10,22	8,21	0,100
0,196	33,8	23,9	5,57	3,56	0,094
0,285	15,9	13,75	30,65	28,64	0,098
0,285	22,4	13,75	22,35	20,34	0,098
0,283	35,6	13,75	14,19	12,18	0,095
0,290	38,0	13,34	15,14	13,13	0,100
0,292	18,2	6,2	57,80	55,79	0,094
0,406	21,4	26,8	25,60	23,59	0,104
0,412	46,5	26,8	12,56	10,55	0,099

» D'après les lois qui précèdent, l'émanation se diffuse comme un gaz qui serait mélangé à l'air en petite proportion. Le coefficient K représente alors le coefficient de diffusion du gaz dans l'air. Ce coefficient est voisin de ceux trouvés pour certains gaz ; celui relatif à l'acide carbonique dans l'air à 10° est 0,15 environ ; celui de la vapeur d'éther dans l'air est 0,09 environ.

» On peut du reste remarquer que le coefficient de diffusion de l'émanation du radium dans l'air est beaucoup plus facile à mesurer que le coefficient de diffusion d'un gaz, le rayonnement du réservoir indiquant à chaque instant la quantité d'émanation qu'il contient.

» M. Rutherford et Miss Brooks ont déjà fait une expérience pour déterminer le coefficient de diffusion de l'émanation du radium dans l'air [1].

[1] *Chemical News*, 25 avril 1902.

Ils admettent, *a priori*, que l'émanation se comporte comme un gaz et déterminent le coefficient de diffusion par la méthode de *Loschmidt*. Ils trouvent que le coefficient de diffusion dans l'air est voisin de 0,08, résultat en accord avec nos mesures.

» Nous avons constaté que, dans d'autres circonstances encore, l'émanation du radium se comporte comme un gaz :

» 1° Un réservoir de volume v_1, contenant de l'émanation, émet un rayonnement J; on le met en communication avec un deuxième réservoir inactif de volume v_2; une partie de l'émanation passe dans ce deuxième réservoir, mais l'équilibre n'est établi qu'au bout d'un certain temps t. Pendant ce temps, l'émanation est détruite dans une proportion connue. Soit J' l'intensité qu'aurait émise le premier réservoir au bout du temps t, si la communication avec le deuxième réservoir n'avait pas été établie. Soit J_1 l'intensité mesurée au bout du temps t. On trouve que

$$\frac{J_1}{J'} = \frac{v_1}{v_1 + v_2},$$

c'est-à-dire que l'émanation s'est partagée entre les deux réservoirs proportionnellement à leurs volumes. L'expérience donne le même résultat avec divers degrés de vide.

» 2° Deux réservoirs sont activés et communiquent entre eux par un tube de verre. On porte l'un d'eux à 350°, l'autre restant à la température de 10°. L'activité rayonnante du tube resté froid augmente et l'on vérifie que l'émanation se partage entre les deux réservoirs dans la même proportion que le ferait la masse d'un gaz dans les mêmes conditions.

» M. Rutherford a constaté que l'émanation du radium se condense à la température de l'air liquide; nous avons vérifié ce fait important en faisant l'expérience suivante :

» Un réservoir de verre, de grand volume, contient l'émanation du radium; ce réservoir est terminé par un tube capillaire. Si l'on plonge ce tube dans l'air liquide, toute l'émanation s'y condense. En séparant à la lampe le tube capillaire, on constate que le gros réservoir est devenu inactif, et que le petit tube capillaire, devenu très actif, contient toute l'émanation. »

PHYSIQUE. — *Sur la purification de l'hydrogène industriel par le froid (Expériences récentes faites à Chalais par M. G. Claude)*. Note de M. le colonel **Ch. Renard**, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait, depuis les diverses Communications de M. d'Arsonval, que l'hydrogène peut être facilement séparé de tous les gaz auxquels il se trouve mélangé, même dans le gaz d'éclairage, en refroidissant le mélange au moyen de l'air liquide ou de sa propre détente. Les perfectionnements si remarquables apportés dans ces derniers temps à la fabrication de l'air liquide par M. Georges Claude permettent d'espérer qu'on peut dès à présent rendre le procédé pratique même en grand et qu'on peut notamment l'appliquer à purifier l'hydrogène produit dans nos grands appareils à circulation universellement employés aujourd'hui pour la fabrication du gaz léger destiné aux ballons captifs et aux ballons dirigeables ([1]). A la suite d'une conversation à ce sujet avec M. G. Claude, un premier projet d'appareil pouvant épurer 25^{m^3} d'hydrogène à l'heure a été étudié par lui et présenté au Service de l'Aérostation militaire.

» Avant d'aborder sa construction, il nous a paru utile de déterminer, par des expériences en petit, à quelle température il suffirait d'abaisser l'hydrogène pour le débarrasser des gaz les plus nuisibles et notamment de l'hydrogène arsénié. Ces expériences préliminaires ont eu lieu à Chalais sous la direction de M. G. Claude qui voulut bien mettre à notre disposition une provision suffisante d'air liquide. Le dispositif expérimental consistait simplement en un vase de verre cylindrique de 120^{mm} de diamètre, à moitié rempli de gazoline, dans lequel l'hydrogène très impur obtenu au moyen de l'acide commercial et du zinc venait barboter; dans l'axe de ce vase était placée une éprouvette verticale d'abord en verre puis en cuivre et dans laquelle on versait de l'air liquide. On a pu ainsi abaisser assez facilement la température du bain de gazoline à $-130°$ environ.

» Chaque échantillon de gaz épuré était d'environ 4^l et la vitesse de dégagement a varié de 1^l à 2^l à la minute. L'analyse qualitative (arsenic et soufre) des flacons a été faite au laboratoire de Saint-Thomas-d'Aquin (Section technique de l'Artillerie) par M. le capitaine Ducru avec la compétence et le soin qu'on peut attendre de ce savant officier.

([1]) Le premier appareil à circulation a été construit à Chalais pour le Service de l'Aérostation militaire par l'auteur de cette Note. Celui que l'établissement possède aujourd'hui peut produire plus de 600^{m^3} de gaz à l'heure.

» En jetant les yeux sur le Tableau qui termine cette Note, on voit nettement que le refroidissement du gaz élimine à peu près complètement l'arsenic à partir de — 110°. Cette limite pourra d'ailleurs varier en raison de la rapidité de dégagement du gaz par rapport aux surfaces d'échange thermique de l'appareil d'épuration. On peut néanmoins prévoir dès maintenant qu'en refroidissant le gaz à — 130° on le débarrassera sûrement de son arsenic.

» Les résultats des essais sont négatifs en ce qui concerne l'hydrogène sulfuré qui manquait dans les flacons témoins non refroidis (premières lignes du Tableau).

» Ces résultats ont besoin d'être complétés, mais dès maintenant nous avons la conviction que les procédés imaginés par M. d'Arsonval et développés par M. Georges Claude peuvent être appliqués en grand à l'épuration du gaz des appareils à circulation employés au gonflement des aérostats.

Numéros des essais.	Dates.	Température de refroidissement.	Anneaux d'arsenic.	Hydrogène sulfuré.	Marques des tubes à arsenic.
1.	17 décembre 1902.	N'ont pas été refroidis artificiellement.	Très fort (25mm de largeur).	Pas de traces.	A
2.	Id.	N'ont pas été refroidis artificiellement.	Très fort (25mm de largeur).	Id.	B
3.	Id.	Température ambiante.	Très fort (25mm de largeur).	Id.	C
4.	Id.	+ 12°	Très fort (25mm de largeur).	Id.	D
5.	5 mars 1903.	— 78,5	Très faible (jaunâtre).	Id.	1 X
6.	Id.	— 81	Assez fort (10mm de largeur).	Id.	5 X
7.	Id.	— 99	Très faible (jaunâtre).	Id.	4 X
8.	6 décembre 1902.	— 110	*Pas d'anneau.*	Id.	1
9.	5 mars 1903.	— 112	*Pas d'anneau.*	Id.	2 X
10.	6 décembre 1902.	— 116	Anneau à peine visible.	Id.	2
11.	5 mars 1903	— 120	*Pas d'anneau.*	Id.	3 X
12.	6 décembre 1902.	— 126	*Pas d'anneau.*	Id.	4
13.	6 décembre 1902.	— 129	*Pas d'anneau.*	Id.	3

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la cémentation des aciers.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte [1].

« La Note présentée à l'Académie par M. Charpy à la séance du 27 avril, sur la cémentation du fer, m'incite à indiquer dès maintenant les résultats des expériences que j'ai entreprises sur ce sujet [2].

» Mes recherches ont porté sur la cémentation des aciers au carbone et des aciers spéciaux. Les céments que j'ai employés sont : le cyanure de potassium, le ferrocyanure de potassium seul, un mélange de ferrocyanure et de bichromate de potassium, le charbon de bois, un mélange de charbon de bois et de 5 pour 100 de carbonate de potassium, des mélanges divers de charbon de bois et de carbonate de baryum, le gaz d'éclairage, le noir animal.

» I. *Aciers au carbone.* — Les résultats auxquels je suis arrivé pour les aciers au carbone sont les suivants :

» 1° La vitesse de pénétration du carbone est indépendante de la teneur initiale en carbone de l'acier, du moins pour les aciers hypoeutectiques.

» 2° Cette vitesse varie avec les céments; mais cependant elle tend, pour un très grand nombre de céments, vers une même limite (cette limite est atteinte, à la température de 1000°, après 8 heures de chauffage).

» 3° Elle croît très rapidement avec la température. Pour certains céments, elle est double à 1000° de ce qu'elle est à 900°, notamment avec le charbon de bois.

» 4° Le charbon de bois ordinaire, lequel contient de petites quantités de carbonate de potassium, est le cément qui donne la vitesse de pénétration maximum après 1 heure de chauffage à 1000° et la vitesse minimum après 8 heures de chauffage à la même température. Il semble donc que ce produit agisse comme s'il contenait un composé actif qui s'épuise au fur et à mesure de la cémentation. Mais, si l'on cémente dans les mêmes conditions avec le mélange charbon de bois + 5 pour 100 carbonate de potassium, on obtient le maximum de pénétration après 8 heures de chauffage. Il semble bien que le carbonate soit le produit actif du cément. Cela s'explique aisément par la formation de cyanure de potassium au détriment de l'azote de l'air contenu dans la caisse. Des expériences que j'ai entreprises sur la cémentation par ce même mélange, mais en présence d'un courant d'azote ou d'ammoniaque, me permettront de conclure d'une façon plus certaine.

---

(1) Cette Note, dont l'étendue dépassait d'abord les limites réglementaires, et qui a dû être réduite par l'auteur, a été présentée dans la séance du 18 mai.

(2) Quelques-unes de ces expériences ont fait l'objet d'une Communication détaillée à la Section française de l'Association internationale des Méthodes d'essais (séance du 30 mars).

» J'ai aussi étudié la fragilité des aciers cémentés et prouvé qu'elle provenait, d'une part, de l'effet de la température sur le cœur de l'acier, d'autre part, de la présence de cémentite qui affecte la forme d'aiguilles extraordinairement fines. Le détail de ces recherches ne saurait être donné ici.

» Enfin, sur les conseils de M. Henry Le Chatelier, j'ai entrepris de déterminer le coefficient de solubilité du carbone aux différentes températures avec les différents céments. A cet effet, j'ai cherché à cémenter des fils en acier extra-doux de faible diamètre, jusqu'à ce qu'ils n'absorbent plus de carbone. Voici les résultats de mes expériences. Après 8 heures de cémentation à 1100°, ces aciers semblent homogènes au microscope, ils présentent le réseau de cémentite des aciers très carburés, et contiennent de 1,77 à 1,98 de carbone, suivant le cément employé. Si l'on continue à cémenter l'acier homogène ainsi obtenu, on voit disparaître le réseau de cémentite qui vient former des agglomérations irrégulières et l'absorption de carbone recommence à nouveau, mais très lentement; en répétant quatre fois l'opération sur un même acier, j'ai obtenu successivement : 1,83, 2,09, 2,12 et 2,40 pour 100 de carbone. Au bout de 75 heures de chauffage à 1000°, le pourcentage de carbone s'est élevé à 3,82. L'aspect micrographique montre la croissance continue de cémentite et une zone qui borde l'échantillon et qui n'est formée que de ce produit. Je continue ces essais.

» II. *Cémentation des aciers spéciaux.* — J'ai d'abord déterminé les vitesses de pénétration du carbone dans les aciers au nickel, au manganèse et au chrome.... Cette étude, quoique très avancée, ne me permet pas de donner dès aujourd'hui les variations de cette vitesse de pénétration; je me propose d'en faire l'objet d'une Note spéciale. Le point qui a attiré tout de suite notre attention est que, si l'on considère un acier à 0,120 C et 7 Ni pour 100, lequel est à structure perlitique, et qu'on le cémente de façon que la couche extérieure contienne environ 0,800 C, on obtient un acier dont l'âme est à même constitution que les aciers au carbone recuit et le bord à structure martensitique. On peut donc obtenir par cémentation et *sans trempe* un acier présentant une dureté analogue à celle des aciers cémentés trempés.

» Enfin, j'ai essayé de cémenter à basse température des aciers non magnétiques, c'est-à-dire contenant le fer à l'état γ. On sait que, d'après M. Osmond, c'est seulement à cet état que le fer est susceptible de dissoudre le carbone. A cet effet, nous avons placé pendant 2 heures le métal dans un mélange de chlorures alcalins et alcalino-terreux et de cyanure de potassium fondant à 450° en maintenant cette température. Et nous avons dosé le carbone de la couche extérieure enlevée au tour sur une épaisseur de $\frac{1}{4}$ de millimètre. Voici les résultats obtenus :

	Teneur en carbone.	
Teneur en nickel.	Avant l'opération.	Après l'opération.
30,0	0,110	0,270
29,87	0,195	0,360
25,33	0,790	0,880
30,17	0,810	0,890

» Dans les mêmes conditions, un acier à 0,140 C et ne contenant pas de nickel n'a pas absorbé de carbone.

» *En résumé :* Mes recherches sur la cémentation montrent que : 1° la vitesse de pénétration de carbone dans les aciers dépend de la température, du temps et de la réaction chimique que le cément peut produire; 2° les expériences faites ne m'ont pas encore permis de déterminer la solubilité du carbone dans le fer; mais il semble s'établir un premier état d'équilibre qui est détruit par une opération ultérieure; 3° par simple cémentation, certains aciers au nickel acquièrent la même dureté que les aciers au carbone par cémentation suivie de trempe; 4° les aciers à fer γ se cémentent à des températures auxquelles les aciers au carbone n'éprouvent aucune modification. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Décarburation des aciers et lames métalliques minces par évaporation dans le vide.* Note de M. G. **Belloc**, présentée par M. A. Ditte.

» Dans une Note précédente (¹) je disais qu'un acier, chauffé vers 1000° dans le vide, l'air ou l'hydrogène, se décarbure; en opérant dans le vide, j'avais constaté que le phénomène de la décarburation est lié à la présence des gaz occlus dans le métal. Aujourd'hui je vais préciser le rôle de ces gaz.

» Lorsqu'on chauffe un faisceau de fils d'acier dur dans un tube de porcelaine, on constate que, en opérant dans l'air, il se dégage de l'acide carbonique; tandis que, dans l'hydrogène, il se forme des carbures saturés qui troublent l'acide sulfurique pur et le colorent en brun; dans l'un et l'autre cas il y a décarburation. La température maxima, à laquelle cette dernière se produit, est de 920° environ.

» Si l'on échauffe, par un courant électrique, un fil d'acier plongé dans l'hydrogène, et dont les gaz occlus ont été préalablement enlevés, la décarburation n'a pas lieu. Cette expérience démontre une seconde fois que les gaz occlus sont nécessaires à la décarburation. Sont-ils suffisants? Non, car si l'on chauffe, vers 1100°, un faisceau de fils d'acier renfermé dans un tube de porcelaine capable de tenir un vide de $\frac{1}{20}$ de millimètre, l'acier ne se décarbure pas; on constate simplement une très légère coloration de l'acide sulfurique au début de l'expérience, mais qui n'augmente pas avec le temps. Si, dans l'expérience précédente, nous remplaçons le tube de porcelaine hermétique par un autre, présentant une très légère fissure, la trompe provoquera un appel d'air qui sera suffisant pour oxyder seulement une partie du faisceau; dans ces conditions, on constate que la partie oxydée est seule décarburée.

» De toutes ces expériences nous pouvons conclure que les gaz occlus

(¹) *Comptes rendus*, 23 février 1903.

sont nécessaires pour *amorcer* la décarburation; mais que cette dernière exige, pour être continuée, l'intervention d'une énergie auxiliaire, soit électrique, soit chimique. Ces gaz occlus jouent encore d'autres rôles, ils interviennent dans la valeur de la résistance électrique, qui *diminue* de 12 pour 100 lorsque ces gaz ont été enlevés.

» Si nous revenons à la décarburation, nous savons qu'elle ne se produit pas en l'absence de ces gaz; si l'on opère dans le vide, le fer se volatilise en quantité considérable et le dépôt sur le ballon est tel que les parois en sont rendues opaques à toute lumière; d'ailleurs la balance accuse une perte en poids de 20 pour 100. C'est ce qui explique que la non-décarburation est accompagnée d'une surcarburation, puisque le fer s'en va et que le carbone reste.

» Cette évaporation du fer exige le voisinage d'une paroi froide et ne peut pas être produite dans un tube chauffé extérieurement; elle est retardée par une mince couche d'oxyde et facilitée par des traces d'hydrogène. Elle n'est pas d'ailleurs spéciale au fer et se produit aussi avec d'autres métaux, tels que le nickel, l'argent, le cuivre, etc.; si l'on dépose dans le ballon des plaques de verre, ces plaques se recouvrent d'une couche mince de métal qui, vu par transparence, accuse des colorations diverses : ainsi le nickel est marron, l'argent est bleu, le cuivre est vert bronze. »

CHIMIE. — *Sur la forme que prend toujours l'iodure mercurique en sortant de dissolution.* Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Troost.

« J'ai démontré antérieurement (1) que les vapeurs émises par l'iodure mercurique rouge quadratique aux températures inférieures au point de transformation (126° sous la pression atmosphérique) prennent, en se condensant sur un corps froid, la forme orthorhombique jaune, bien que cette figure d'équilibre ne soit stable qu'au delà de 126°. Je me suis proposé de rechercher ce qui arrive lorsque, l'iodure rouge étant amené à l'état liquide *par voie de dissolution* aux températures inférieures à 126°, on le fait revenir à l'état solide aux diverses températures où la forme rouge est stable. Ce sujet a été abordé à diverses époques par un grand nombre de savants dont les expériences ont conduit à des conclusions en opposi-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 1234.

tion les unes avec les autres. Pour résoudre la question, je me suis astreint à n'opérer que sur des solutions préparées à des températures notablement inférieures à 126°. Si l'on prépare, en effet, ces solutions aux températures supérieures, on peut supposer que la transformation en iodure jaune étant effectuée, persistera au-dessous de cette température dans la dissolution puisque la variété jaune peut exister plus ou moins longtemps aux plus basses températures ([1]). Les conclusions tirées d'expériences faites sur des solutions chauffées au delà de 126° seraient donc illusoires. Il en serait de même si les solutions étaient préparées à feu nu : l'intermédiaire d'un bain à température inférieure à 126° est indispensable ([2]).

» On peut faire sortir l'iodure mercurique solide de ses solutions, soit par évaporation d'une solution quelconque, soit par refroidissement d'une solution saturée.

» I. *Evaporation des solutions d'iodure mercurique.* — 1° Ce que j'ai trouvé de plus sûr et de plus facile est d'opérer sur de très petites quantités de solution : on diminue ainsi les chances de contact accidentel avec les poussières d'iodure mercurique et l'on peut obtenir des cristaux isolés. Il est facile aussi de produire une évaporation très rapide. Pour réaliser les expériences, je détermine l'évaporation dans de petits verres de montre posés sur l'orifice de vases qu'ils ferment incomplètement. Ces vases contiennent les liquides bouillant aux températures très inférieures à 126° et dont la vapeur servira à les chauffer : alcool méthylique, acétone, alcool éthylique et, le plus souvent, eau. Après quelques minutes, le verre a pris la température de la vapeur; j'y laisse tomber quelques gouttes de la solution d'iodure rouge *cristallisé*. Aussitôt que la solution touche le bord du verre de montre, elle glisse, en s'évaporant, vers le fond, y laissant un dépôt *toujours* formé de très petits cristaux jaunes orthorhombiques, que l'on peut conserver très longtemps (pendant des mois), en retournant le verre de montre et le plaçant dans l'obscurité. J'ai répété l'expérience sur plus de soixante dissolvants dont on trouvera ailleurs la nomenclature et que j'ai choisis parmi les composés de fonctions chimiques les plus variées : hydrocarbures et dérivés halogénés, alcools, éther-oxyde, éthers-sels, aldéhydes, cétones, acides, anhydride, phénols, amines, hydracides, etc.

» Outre ces dissolvants liquides j'ai employé des dissolvants solides volatils dont le point de fusion est inférieur à 126°, tels que le thymol, l'hydrate de chloral, le naphtalène. Toutes ces dissolutions abandonnent par évaporation des cristaux jaunes qui se transforment plus ou moins lentement en cristaux rouges. Cette production rapide de cristaux jaunes n'est pas empêchée par la présence préalable d'un cristal rouge, car ils se développent bien plus rapidement que lui par l'évaporation de la solution.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 889.

([2]) Les expériences intéressantes et variées de MM. Kastle et Clerc (*American chemical Journal*, t. XXII, p. 473) et de MM. Kastle et Reed (*American chemical Journal*, t. XXVII, p. 209) ne sont pas à l'abri de cette cause d'erreur.

» J'ai employé aussi des solutions faites par les bases pyridiques et quinoléiques susceptibles de former avec l'iodure mercurique des combinaisons moléculaires dissociables. Ces solutions incolores donnent par évaporation, à 100°, d'abord une couche solide incolore qui perd peu à peu la base volatile; le dépôt jaunit de plus en plus et laisse des cristaux jaunes qui ultérieurement peuvent se transformer en rouges.

» Du reste cette production de cristaux jaunes peut s'effectuer à toute température : à 46° dans une solution de sulfure de carbone, à 35° dans une solution d'éther, à — 24° au contact du chlorure de méthyle, à — 75° dans un verre de montre où l'on a mis de l'iodure rouge, de l'éther et de la neige carbonique.

» 2° On peut observer autrement l'effet de l'évaporation en mettant dans un tube de 15mm de diamètre une solution saturée d'iodure rouge de mercure dans un dissolvant volatil, éther, sulfure de carbone, acétone, alcools, etc., et plaçant le tube dans un bain à une température un peu supérieure au point d'ébullition du dissolvant. L'évaporation superficielle du liquide donne toujours lieu à un dépôt annulaire de cristaux jaunes qui se produit même lorsqu'il y a au fond du tube un excès d'iodure rouge.

» II. *Refroidissement des solutions d'iodure mercurique.* — Je me suis servi de tubes très étroits, maintenus horizontalement pour gêner les mouvements de convection du liquide et empêcher le transport des particules solides, et j'ai opéré sur des dissolvants, solutions salines, composés non volatils qui ne se prêtaient pas à l'observation par la méthode de l'évaporation. Tous ces dissolvants, dont on trouvera l'énumération ailleurs, ont donné des solutions d'iodure mercurique qui par refroidissement abandonnaient toujours des cristaux jaunes susceptibles de se transformer plus ou moins vite en cristaux rouges.

» J'ai poursuivi l'étude du phénomène aux basses températures d'ébullition du chlorure de méthyle — 24°, bouillie d'acétone et de neige carbonique — 80° et même de l'air liquéfié. Les solutions d'iodure mercurique dans les alcools éthylique et amylique saturées à 78° et à 100° retirées de l'air liquide après un séjour de 15 minutes étaient liquides et jaunes et ont donné par réchauffement des cristaux jaunes; les solutions dans l'anhydride acétique et le chloroforme retirées du bain d'air liquide étaient solides, la masse jaunâtre devenait de plus en plus jaune à mesure que les tubes se réchauffaient, puis le dissolvant en fondant abandonna des cristaux jaunes. Les solutions dans l'acétone, l'acétylacétone présentèrent des particularités remarquables que je signalerai ultérieurement et finalement donnèrent comme les autres des cristaux jaunes transformables en iodure rouge.

» Ces expériences permettent donc de formuler cette conclusion de mes expériences antérieures et actuelles : les deux espèces de changements d'état de l'iodure mercurique rouge, soit par volatilisation soit par dissolution, amènent ce corps à la variété instable jaune, même lorsqu'ils sont effectués aux températures où l'iodure rouge est la figure d'équilibre stable, si basse que soit la température. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Observations relatives à la précipitation du manganèse par l'acide persulfurique en liqueur acide.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« J'ai établi dans une Note précédente, qu'on peut, à l'aide du persulfate d'AzH^4, précipiter le manganèse de ses solutions sulfuriques et cela, en augmentant progressivement avec la teneur en acide le poids de persulfate, qui doit d'ailleurs être également proportionné à celui du métal. Mais comme l'étude du phénomène a été faite en opérant toujours avec le même volume, 200^{cm^3}, il était utile de voir si un accroissement de volume, dans les mêmes conditions d'acidité relative, n'apportait pas de modifications dans les résultats, par suite de l'augmentation de la masse absolue de SO^4H^2 libre par rapport au poids de Mn.

» Les essais 1, 2, 3, 4 du Tableau ci-joint d'expériences montrent qu'il n'en est rien, si l'on en rapproche les résultats de 5 et 6 donnés à titre de témoins pour démontrer que l'emploi de 3^g de persulfate est un minimum dans les conditions données. La quantité de persulfate nécessaire pour opérer la précipitation en liqueur acide d'un poids déterminé de Mn ne dépend donc pas sensiblement du volume de la solution, mais bien de l'acidité du milieu, prise en valeur relative et non en valeur absolue.

» Ce fait établi, il était à prévoir qu'inversement, si l'on diluait la dissolution avec de l'eau, son titre pour 100 en acide libre diminuant, il devait en être de même du poids de persulfate *nécessaire* pour la peroxydation complète du Mn. C'est ce que vérifient les résultats des expériences nos 7, 8 et 9; cette dernière étant donnée encore comme témoin pour prouver la nécessité de l'excès de poids de persulfate (le double) employé dans l'essai 7 par rapport au n° 8, dont le solvant a été formé en ajoutant à 200^{cm^3} de la solution acide qui a servi pour l'essai 7, un égal volume d'eau.

Nos.	Volume initial en cm^3.	SO^4H^2 66° Bé en volume pour 100.	Durée de chauffe.	$(AzH^4)^2S^2O^8$ à 94 pour 100.	Mn^3O^4 initial.	Mn^3O^4 trouvé.	Mn^3O^4 resté dans les eaux.
			min.	g	g	g	g
1.......	100	4	20	3	0,0719	0,0719	0,0002
2.......	200	4	20	3	0,0719	0,0714	0,0004
3.......	400	4	20	3	0,0719	0,0711	0,0007
4.......	600	4	20	3	0,0719	0,0709	0,0010
5.......	100	4	20	2	0,0719	0,0563	0,0157
6.......	200	4	20	2	0,0719	0,0553	0,0167
7.......	200	4	20	12	0,2876	0,2870	0,0005
8.......	400	$\frac{1}{2}$	20	6	0,2876	0,2874	0,0003
9.......	200	4	20	10	0,2876	0,2695	0,0180

» Comme on peut le remarquer, abstraction faite des essais où il y a eu insuffisance notoire dans le poids de persulfate employé, la quantité de Mn retrouvée dans les eaux, sans être jamais bien importante, s'accroît cependant d'une manière appréciable : 1° quand le titre en acide libre augmente, comme le montre la comparaison des résultats donnés dans ma Note du 16 février 1903; le poids du Mn resté en solution pouvant s'élever de 0g,0001 à 0g,0007, lorsque la teneur en volume de SO^4H^2 ($d = 1,84$) passe de 1 à 5 ½ pour 100; 2° quand, le titre acide restant le même, on opère avec des volumes liquides de plus en plus forts, comme l'indiquent les essais 1, 2, 3 et 4 de la présente Note.

» En se bornant, lors de la précipitation du Mn par le persulfate, à un titre acide de 4 pour 100 de SO^4H^2 en volume et en se limitant à 150^{cm^3}-200^{cm^3}, l'erreur d'expérience se réduira donc à une quantité minime.

» D'ailleurs, *pratiquement*, en milieu acide, l'emploi du persulfate est limité en raison de ce fait que son action ne se produit qu'à une température d'autant plus élevée que le titre acide de la solution est lui-même plus fort. Ainsi, en liqueur neutre, l'oxydation du Mn commence déjà un peu au-dessous de 50°, alors qu'elle ne se manifeste pas avant 65°-66° dans un milieu renfermant 5^{cm^3},5 de SO^4H^2 pour 100, vers 85°-86°, si la solution est acidifiée à 8 pour 100 et qu'on n'a rien encore à 94° dans une liqueur à 10 pour 100, car il n'y a réaction que vers 100°. C'est ce qui explique la nécessité, quand on veut achever la peroxydation du Mn, de surélever la température sensiblement au-dessus de celle à laquelle on constate le début de l'action, par suite de l'augmentation du degré d'acidité due à la décomposition de l'acide persulfurique dans le cours de l'opération.

» En outre, en liqueur acide, il y a intérêt à opérer rapidement; parce qu'à chaud, tout au moins, l'acide persulfurique se décompose beaucoup plus vite s'il est libre, qu'à l'état de sel neutre, et que tout l'acide décomposé à une température inférieure à celle où l'oxydation peut commencer (suivant l'état d'acidité), est perdu comme effet utile.

» Ce fait doit même constituer une des raisons pour lesquelles il est nécessaire, lors de l'oxydation des sels de manganèse, d'employer un poids de persulfate d'autant plus fort que le titre acide de la liqueur est plus élevé.

» Il est aisé de démontrer cette différence de vitesse de décomposition de l'acide persulfurique libre ou combiné. Préparons, en effet, une dissolution de persulfate neutre d'Az H^4 (6g dans 200^{cm^3} d'eau); partageons-la en 2 lots égaux A et B, en ajoutant en plus au lot A 2^{cm^3} de SO^4H^2 ($d = 1,84$), et chauffons ces deux liquides ensemble dans le même bain-marie de 55° à 80°, en élevant très lentement (en 1 heure 30 minutes) la température. Tandis que dans la solution acide A, dès 61°-62°, on constate la formation de chapelets de bulles d'oxygène et même, si l'on agite, un dégagement tumultueux de gaz, qui va en s'accentuant, ainsi que l'odeur d'ozone, avec l'élévation de température (à 70° et 75°), dans la solution neutre B, au contraire, à 80° encore, qu'on agite ou non, ce dégagement d'oxygène et l'odeur d'ozone restent extrêmement faibles.

» L'épreuve chimique confirme d'ailleurs l'observation physique.

» En effet, si, après avoir refroidi les deux lots chauffés jusqu'à 80° dans l'essai précédent et avoir ajouté à chacun 5^{cm^3} d'une solution de $Mn SO^4$ (valant $0^g,0857$ Mn^3O^4) en même temps que 2^{cm^3} de SO^4H^2 au lot B, c'est-à-dire une quantité égale à celle qui a servi à acidifier le lot A dès le début, on les porte pendant 25 minutes dans un bain-marie en ébullition, j'ai constaté, en dosant les quantités d'oxyde précipité dans chacun, que, pour l'essai A, les trois quarts à peine du Mn mis en expérience, ont été séparés; tandis que, dans l'essai B, le métal l'a été presque totalement. En nombres exacts, sous forme de Mn^3O^4, pour le lot A, $0^g,0638$ et pour le lot B, $0^g,0850$. Soit une perte de $0^g,0007$ de Mn^3O^4 dans ce dernier cas et de $0^g,0219$ pour l'essai A. »

CHIMIE. — *Les alliages de cuivre et de magnésium.* Note de M. O. **Boudouard**, présentée par M. Troost.

» Dans une précédente Note ([1]), j'ai présenté à l'Académie les résultats relatifs à l'étude de la fusibilité et des propriétés physiques et mécaniques des alliages de cuivre et de magnésium. La courbe de fusibilité faisait prévoir l'existence de trois combinaisons définies : Cu^2Mg, $CuMg$ et $CuMg^2$. Les données fournies par la métallographie microscopique et l'analyse chimique confirment l'existence de ces combinaisons définies.

» *Métallographie microscopique.* — La méthode de superposition des métaux, qui m'avait donné des résultats si peu satisfaisants pour les alliages aluminium-magnésium, a été appliquée avec succès pour les alliages cuivre-magnésium. La fusion des métaux a été effectuée sous le chlorure de sodium, et le magnésium n'a été introduit qu'après fusion du cuivre : le culot ainsi obtenu, par suite de son extrême fragilité dans la partie médiane, s'est divisé en deux parties, qui ont été collées à la gomme-laque.

» Après polissage par les procédés ordinaires, on distingue dans ce culot métallique, sans attaque préalable, des régions très distinctes les unes des autres par leur aspect; même à l'œil nu, il est facile de se rendre compte de ces diverses parties.

» En commençant par la partie inférieure, on voit successivement : 1° une zone de couleur rouge; 2° une zone de couleur jaune d'or; aux environs de la ligne de séparation de ces deux régions, qui est excessivement nette, on remarque une assez grande quantité de points rouges qui semblent être des inclusions de cuivre, noyées dans un eutectique; 3° une zone de couleur jaunâtre, constituée presque uniquement par des cristaux ayant une direction sensiblement verticale et de forme digitée; 4° une masse de cristaux très longs et très volumineux, noyés dans un eutectique très abondant; 5° de belles arborescences en feuilles de fougère, qui se continuent très irrégulièrement et finissent par disparaître dans la partie supérieure du culot.

» Ces différentes sortes de cristaux correspondent aux trois combinaisons définies,

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 794.

que fait prévoir la courbe de fusibilité Cu^2Mg, CuMg et $CuMg^2$. Quant à la zone inférieure de couleur rouge, si nettement séparée du reste du culot, elle doit être constituée par du cuivre sensiblement pur, qui s'est solidifié brusquement au contact du magnésium froid, au moment de son introduction.

» En attaquant fortement la surface polie d'un culot contenant 90 pour 100 de cuivre et 10 de magnésium par de l'acide nitrique à 10 pour 100, et polissant ensuite graduellement, on voit se détacher sur un fond noir de très belles arborescences constituées par la combinaison Cu^2Mg. L'examen d'un culot contenant 82,1 pour 100 de cuivre a montré une structure cellulaire après simple polissage; l'attaque à l'acide picrique, à l'acide chlorhydrique n'a fait qu'exalter la couleur rouge du cuivre.

» Le culot 40 Cu — 60 Mg, par simple polissage en bas-relief, présente une belle cristallisation, formée par des cristaux orientés dans toutes les directions et noyés au milieu d'un eutectique abondant; ces cristaux constituent la combinaison $CuMg^2$.

» Par suite de l'extrême fragilité des culots contenant de 50 à 70 pour 100 de cuivre, je n'ai pu les polir pour en faire l'examen micrographique dans le but d'obtenir la combinaison CuMg.

» *Combinaisons définies.* — Si l'on veut isoler les combinaisons définies formées par le cuivre et le magnésium, on doit employer des solutions acides extrêmement diluées; autrement il y a dissolution complète du métal. L'action des réactifs doit être prolongée au moins pendant plusieurs jours; elle peut être continuée plus longtemps sans aucun inconvénient : la composition des cristaux obtenus après un contact de plusieurs semaines diffère extrêmement peu de celle des cristaux obtenus après quelques jours. Pour chacune des trois combinaisons définies prévues par la fusibilité et la métallographie, j'ai employé des solutions d'acide chlorhydrique; les essais faits avec l'acide nitrique et le chlorhydrate d'ammoniaque ont échoué.

» L'analyse des cristaux obtenus dans chaque cas était conduite de la manière suivante : dissolution dans l'acide nitrique étendu, dosage du cuivre par électrolyse, dosage du magnésium à l'état de magnésie par évaporation de la solution débarrassée de cuivre et calcination du nitrate de magnésie.

» 1° $CuMg^2$. — La composition centésimale théorique de cet alliage correspond à 56,5 de cuivre et 43,5 de magnésium.

» Le meilleur procédé permettant d'isoler la combinaison $CuMg^2$ consiste à traiter à froid le culot métallique 50 Cu — 50 Mg par l'acide chlorhydrique à 5 pour 1000. Les résultats obtenus sont très concordants.

Cu..........	56,1	56,8	56,1
Mg..........	43,9	43,3	44,0

» 2° CuMg. — La composition centésimale théorique de cet alliage correspond à 72,2 de cuivre et 27,8 de magnésium.

» Pour obtenir cette combinaison définie, il suffit de traiter à froid le culot métallique 70 Cu — 30 Mg par l'acide chlorhydrique à 1 pour 1000. Il se dépose une poudre cristalline qui donne à l'analyse 72,0 pour 100 de cuivre; après plusieurs semaines de contact avec le réactif, on trouve 71,6 de cuivre, et après plus d'un mois, 73,8.

» 3° CuMg. — La composition centésimale théorique de cet alliage correspond à 83,8 de cuivre et 16,2 de magnésium.

» En attaquant le culot métallique 80 Cu — 20 Mg par l'acide chlorhydrique à 1 pour 1000, on obtient une poudre cristalline qui, après une ou plusieurs semaines de contact avec le réactif, renferme 82,1 et 82,3 de cuivre; un morceau du métal primitif non attaqué a donné à l'analyse 80,3 de cuivre. Le culot 90 Cu — 10 Mg, traité par l'acide nitrique, même étendu, se dissout complètement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les siliciures de chrome*. Note de MM. **P. Lebeau** et **J. Figueras**, présentée par M. H. Moissan.

« L'action du silicium sur un métal en présence du cuivre a permis à l'un de nous de préparer à l'état de pureté les composés définis que forme le silicium avec le fer, le cobalt et le manganèse. Nous rappellerons que cette méthode consiste à faire réagir sur un mélange de cuivre et du métal à combiner, des proportions variables de silicium, sous la forme de cuivre silicié, de silicium libre ou de silicium naissant provenant de l'action du sodium sur un fluosilicate alcalin. Par l'application de ces divers procédés à l'étude des combinaisons binaires de chrome et de silicium, nous avons réussi à isoler les quatre siliciures suivants : $SiCr^3$, $SiCr^2$, Si^2Cr^3, Si^2Cr.

» Le siliciure $SiCr^3$ se produit dès que l'on soumet à la fusion un mélange de chrome et de cuivre avec une petite quantité de silicium. Un culot renfermant : Cu, 85,63; Cr, 12,83; Si, 1,24 a fourni, après des traitements alternés à l'acide azotique et à la lessive de soude étendue, un résidu entièrement formé de cristaux prismatiques du composé $SiCr^3$. Dans un autre essai où la masse fondue présentait la composition suivante : Cu, 84,32; Cr, 10,83; Si, 4,36, il restait encore, après attaque, ce même siliciure $SiCr^3$ parfaitement homogène.

» Au-dessus de cette teneur en silicium et pour des quantités de chrome et de silicium se trouvant encore dans un rapport voisin, on voit apparaître à côté des cristaux de $SiCr^3$ d'autres cristaux bien différents, présentant des facettes brillantes en forme de losange et qui bientôt préexistent seuls. Ils constituent le siliciure $SiCr^2$. Par le traitement d'un culot renfermant Cu 78,82, Cr 12,04, Si 8,92, ce composé a pu être isolé très pur.

» En poursuivant l'étude des produits fondus contenant des quantités croissantes de silicium on distingue dans les résidus de nouveaux cristaux formés de beaux prismes très brillants se différenciant très nettement des cristaux trapus de $SiCr^3$. Avec les proportions suivantes : Cu 83,84, Cr 3,03, Si 12,92, on obtient un résidu très homogène de longs prismes répondant à la formule Si^2Cr^3.

» Enfin, au fur et à mesure que la proportion de silicium augmente dans les produits de la fusion, on constate la formation d'un quatrième composé en petits cristaux de couleur foncée, beaucoup moins brillants que les précédents. Ces derniers disparaissent d'ailleurs complètement et, pour des teneurs en silicium élevées, on ne retrouve plus dans les attaques à l'acide azotique que la quatrième variété de cristaux, mélangée de

silicium libre, qu'on peut éliminer par la soude. Ce corps est le composé le plus silicié du chrome et il répond à la formule Si^2Cr.

» Parmi ces quatre siliciures de chrome, trois ont été antérieurement décrits : le siliciure $SiCr^3$ a été obtenu par M. Zettel ([1]); le siliciure $SiCr^2$ a été préparé et étudié par M. H. Moissan ([2]). Quant au composé Si^2Cr, il a été signalé par De Chalmot ([3]), mais ce chimiste ne put réussir à l'extraire du milieu où il avait pris naissance. Seul le siliciure Si^2Cr^3 est entièrement nouveau ; nous indiquerons donc sa préparation et ses principales propriétés.

» *Préparation du siliciure de chrome* Si^2Cr^3. — On le prépare aisément, en chauffant au four électrique de M. Moissan, dans un creuset de charbon, un mélange de 100^g de siliciure de cuivre à 12 pour 100 avec 4^g de chrome. La durée de la chauffe doit être de 4 minutes pour un courant de 600^{amp} sous 70^{volts}. Le culot résultant doit peser sensiblement le poids théorique. On le concasse et on l'attaque par l'acide azotique à 50 pour 100, en ayant soin d'alterner avec des lavages à la lessive de soude du commerce étendue de 10 fois son volume d'eau. Lorsque ces réactifs ne dissolvent plus rien on lave à l'eau et l'on sèche à l'étuve.

» On peut encore fondre le mélange ci-dessus au four à vent. Le refroidissement est dans ce cas plus lent et l'on obtient des cristaux mieux formés.

» *Propriétés.* — Le siliciure Si^2Cr^3 cristallise en longs prismes quadrangulaires très rarement terminés. Sa densité à 0° est 5,6. Il raye le verre, mais n'entame pas le quartz. Le chlore réagit avec incandescence vers 400° en donnant du chlorure chromique et du chlorure de silicium; le brome l'attaque plus lentement au rouge cerise; dans les mêmes conditions l'iode est sans action.

» Le siliciure de chrome est inoxydable à l'air sec ou humide à froid. A la température de 1100°, il se recouvre d'un enduit très mince qui produit des irisations et empêche une action plus profonde de l'oxygène.

» Le gaz chlorhydrique le décompose avec production de chlorure chromeux. La solution d'acide chlorhydrique étendue ne réagit point à froid sur ce siliciure ; la solution concentrée le dissout avec la plus grande facilité, si l'on chauffe légèrement. L'acide nitrique et l'acide sulfurique sont sans action, mais l'acide fluorhydrique l'attaque en quelques instants.

» L'azotate et le chlorate de potassium fondus qui réagissent avec énergie sur les carbures de chrome n'altèrent pas ce siliciure; au contraire, avec les carbonates alcalins il se transforme rapidement en silicate et oxyde de chrome. Si l'on ajoute un nitrate, il se forme un mélange de silicate et de chromate alcalins. Cette dernière réaction, ainsi que celle de l'acide chlorhydrique ont été utilisées pour l'analyse.

([1]) Zettel, *Comptes rendus*, t. CXXVI.
([2]) Moissan, *Ann. de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IX.
([3]) De Chalmot, *Ann. Chem. Journ.*, t. XIX, p. 69.

» Il est à remarquer que les composés du chrome et du silicium ne présentent plus les analogies de formules que l'un de nous a précédemment démontrées pour les siliciures de fer, de cobalt et de manganèse. Ces métaux fournissaient en effet chacun trois composés correspondant aux types SiX^2, SiX et Si^2X. Pour le chrome, il existe bien encore les siliciures $SiCr^2$ et Si^2Cr, mais, en outre, deux corps de formule non comparables $SiCr^3$ et Si^2Cr^3 ([1]). »

ÉLECTROCHIMIE. — *La réduction électrolytique des acides incomplets.* Note de M. C. MARIE, présentée par M. H. Moissan.

» Les recherches concernant l'électrolyse des acides incomplets ([2]) montrent que les corps résultants consistent principalement en produits d'oxydation destructive, carbures incomplets et même acide carbonique. La réduction cathodique possible n'a pas en général été observée. L'oxydation est en effet la réaction principale dans les conditions expérimentales de ces recherches et la nature même de la cathode (platine) s'opposait à ce que la fixation d'hydrogène pût avoir lieu. Dans le but de voir si cette fixation pouvait devenir la réaction principale je me suis adressé à l'acide aconitique qui, suivant une méthode connue, donne avec l'amalgame de sodium l'acide saturé correspondant, l'acide tricarballylique.

» Successivement on a essayé l'électrolyse avec des cathodes métalliques différentes. Avec le platine, le cuivre, le plomb, etc., on n'observe pour ainsi dire pas de réduction, et il faut employer le mercure pour qu'elle ait lieu. Ce résultat est d'ailleurs conforme à ceux observés jusqu'ici concernant la puissance réductrice des différents métaux employés comme cathodes.

» Pour suivre l'électrolyse, j'ai recherché dans les propriétés des deux acides une réaction différentielle qui permît de les séparer facilement. Cette réaction m'a été fournie par les sels de cuivre, dont l'un, le tricarballylate, est insoluble en solution légèrement acétique, l'aconitate étant soluble dans ces conditions. Pour rendre les réactions d'oxydation aussi peu nuisibles que possible, il convient d'employer, ainsi

---

([1]) Nous avons étendu nos recherches aux composés siliciés du nickel, mais ces derniers étant moins résistants à l'action des acides, leur séparation est beaucoup plus délicate. Toutefois la série de ces siliciures semble être du même type que celle des siliciures de cobalt, de manganèse et de fer.

([2]) KÉKULÉ, *Lieb. Ann.*, t. CXXXI, p. 79. — AARLAND, *J. f. prakt. Ch.*, 2e série, t. VI, p. 256 et t. VII, p. 142.

que les expériences l'ont montré, une solution acide refroidie. On opère de la manière suivante :

» La solution d'acide aconitique demi-neutralisée par la soude est placée dans un vase refroidi dont le fond, recouvert de mercure, représente la cathode; l'anode est constituée par une petite lame de platine. La densité du courant cathodique est d'environ 2 ampères par décimètre carré. La fixation d'hydrogène n'est pas complète même au début, il s'en dégage toujours une certaine quantité, aussi convient-il de faire passer un excès de courant : environ le double de la quantité théorique. On neutralise ensuite la solution par la soude et l'on sépare l'acide tricarballylique par l'acétate de cuivre ou l'azotate.

» Après décomposition du sel par H^2S, on obtient l'acide avec un rendement de 60 pour 100 environ.

» La perte est causée par la destruction anodique du produit avec formation de CO^2 et de carbures incomplets d'odeur désagréable. Cette destruction s'exagère considérablement en opérant à chaud et en solution alcaline. L'oxydation est, au contraire, presque annulée quand on prend un acide incomplet plus stable, comme l'acide cinnamique, et l'électrolyse de cet acide dans les conditions précédentes donne presque quantitativement l'acide hydrocinnamique. L'absorption de l'hydrogène est complète pendant la majeure partie de l'électrolyse; aussi suffit-il d'employer un léger excès de courant pour avoir une réduction totale.

» Pour éviter l'oxydation anodique, l'emploi d'un vase poreux n'est pas pratique dans le cas des acides, ceux-ci tendant toujours plus ou moins à passer dans le compartiment de l'anode; aussi ai-je pensé à employer le procédé suivant :

» On prend un vase large (un dialyseur) et l'on constitue le fond par un disque poreux maintenu par un caoutchouc. On verse dans ce vase une couche de mercure et au-dessus la solution du corps à réduire, puis on place le tout dans un cristallisoir contenant une solution alcaline. On amène le courant d'une part à la solution alcaline (+) et de l'autre au mercure du dialyseur (—). Dans ces conditions on a une production continue d'amalgame qui, au fur et à mesure, sert à la réduction du liquide contenu dans le dialyseur. On évite ainsi tout transport de l'acide.

» La réduction n'est plus aussi énergique que dans le cas précédent d'électrolyse directe, mais on évite la destruction anodique possible et ce dispositif pourra rendre quelque service dans les réactions qui emploient l'amalgame de sodium. Dans le cas particulier de l'acide aconitique, qui est très difficile à réduire, cette méthode donne également l'acide tricarballylique, mais il faut une quantité de courant considérable et l'avantage au point de vue rapidité reste à la réduction directe, malgré la perte par oxydation qui en résulte.

» En résumé, ces recherches, que je me propose d'ailleurs de continuer, montrent que la double liaison éthylénique est susceptible de fixer l'hydrogène par électrolyse. Dans le cas de corps trop facilement oxydables, le dispositif décrit plus haut permettra d'éviter leur oxydation électrochimique; il permettra également d'éviter la préparation et l'emploi quelquefois fastidieux de l'amalgame de sodium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétylène bibromé* $CBr \equiv CBr$. Note de M. **P. Lemoult**.

» Nous avons réussi à préparer l'acétylène bibromé et à le caractériser par quelques-unes de ses propriétés.

» Le principe de la préparation consiste à enlever 2^{mol} HBr au tétrabrométhane symétrique $CHBr^2 - CHBr^2$; la mise en pratique a présenté beaucoup de difficultés, car le corps obtenu est à la fois spontanément inflammable à l'air, décomposable par la chaleur, et explosif.

» Quand on traite directement $CHBr^2 - CHBr^2$, on obtient des résultats variables. On obtient au contraire des résultats toujours identiques, en traitant par KOH alcoolique le tribométhylène $CHBr = CBr^2$; c'est ce corps qui nous sert de matière première; lui-même est obtenu très facilement en faisant réagir, sur $CHBr^2 - CHBr^2$ dilué dans l'éther absolu, une molécule d'éthylate de Na sec; on obtient quantitativement 1^{mol}HBr et une huile qui, après distillation, constitue le $CHBr = CBr^2$, avec un rendement de 80 à 90 pour 100 [1]; nous avons ainsi préparé plusieurs kilogrammes de tribrométhylène.

» 53^g ($\frac{1}{5}$ de mol.) de ce corps sont dissous dans l'alcool à 95°, puis traités à froid par un léger excès de KOH alcoolique titrée; le mélange se trouble, s'échauffe et le ballon se remplit d'une épaisse fumée; on abandonne à froid pendant 2 heures, puis on porte au bain-marie, après avoir mis en communication avec un réfrigérant descendant qui débouche dans une grande ampoule à robinet, *entièrement* pleine d'eau bouillie et fermée par un bouchon qui porte un tube de dégagement; l'appareil est constamment parcouru par un courant d'azote privé d'oxygène; on voit se former dans l'ampoule des stries lourdes d'une huile non miscible à l'eau et qui tombe au fond; vers la fin, il se produit des stries légères dues à l'alcool, montant vers le haut en abandonnant de fines gouttelettes qui se rassemblent à la partie lourde déjà formée. On obtient ainsi de 15^g à 25^g (théorie 36,8) d'un liquide incolore, qui se clarifie rapidement; une partie du produit formé échappe à la condensation et vient, entraînée par le courant d'azote, brûler en donnant des couronnes blanches formées de vapeurs acides, comme le ferait le phosphure d'hydrogène brut.

---

[1] La netteté de cette réaction nous avait engagé à étudier les cas dans lesquels C^2H^5ONa sec, agissant sur les carbures halogénés en présence d'éther anhydre, enlève 1^{mol} HBr, et ceux dans lesquels il remplace l'halogène par OC^2H^5, pour découvrir la loi de ces variations déjà signalées (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIX, p. 1010); malgré les très nombreux essais faits dans ce but, il nous a été impossible de classer, à ce point de vue, les composés étudiés, car, la plupart du temps, les deux réactions ont lieu simultanément, la tendance à enlever HBr (ou HCl) paraissant toutefois plus marquée dans les composés polyhalogénés.

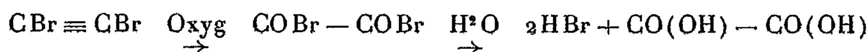
» Le liquide qui s'est séparé a une densité voisine de 2; il n'a pu être distillé sans décomposition, même dans le vide. Son point d'ébullition, déterminé par un artifice dû à M. Sanson et consistant à opérer sous une épaisse couche d'eau, se trouve au voisinage de 80°; ce liquide est soluble dans la plupart des solvants organiques.

» Nous avons caractérisé ce produit par les réactions suivantes :

» 1° *Action du brome.* — Du brome, étalé en couche mince sous l'eau, reçoit les produits qui se dégagent dans la préparation précédente : un bruit strident, dû à la combinaison, permet de suivre la réaction : on obtient un corps solide blanc cristallisé, fondant à 55°. Ce corps peut être, ou bien $CBr^2 = CBr^2$ si l'on a préparé $CBr \equiv CBr$ ou bien $CHBr^2 - CBr^3$ si l'on a préparé $CH \equiv CBr$ (hypothèse peu probable puisque ce corps est gazeux) ou si l'alcool a entraîné avec lui $CHBr = CBr^2$ initial; or C^2Br^4 et C^2HBr^5 fondent à 55°-56°. Nous avons démontré qu'il s'est formé du C^2Br^4; pour cela, le produit obtenu est mis en solution alcoolique qu'on amène à sursaturation, puis qu'on divise en deux portions; l'une reçoit un cristal de C^2Br^4, l'autre un cristal de C^2HBr^5; la première seule cristallise, en donnant de petites lamelles (C^2HBr^5 cristallise en aiguilles). Le liquide étudié contenait donc l'acétylène bibromé $CBr \equiv CBr$. (Il ne fallait pas s'attendre à obtenir C^2Br^6, qui ne se forme pas par action du Br sur C^2Br^4.)

» 2° *Action de l'iode.* — Une solution alcoolique d'iode, traitée comme ci-dessus, laisse déposer lentement de belles aiguilles incolores, se colorant peu à peu à la lumière en violet; ces aiguilles fondent à 95°-96° et sont constituées par $C^2Br^2I^2$, comme le montre le dosage d'halogène total.

» 3° *Action de l'oxygène humide.* — L'action de l'oxygène (ou de l'air) en présence d'eau est extrêmement violente; même sous l'eau, le contact du liquide et de l'air arrivant par un tube capillaire s'accompagne d'un bruit strident. Pour modérer la réaction, on dilue le produit dans de l'éther qu'on étale en couche mince sur de l'eau; celle-ci se charge de HBr et d'acide oxalique, caractérisé par la formation et l'analyse de son sel de Ca [0g,1736 de ce corps donne une liqueur contenant 0g,1448 de $C^2O^4H^2, 2H^2O$ (Théorie 0g,1498)]; il se produit en outre un liquide bromé extrêmement irritant, non encore étudié; la formation de HBr et de $C^2O^4H^2$ s'explique facilement par la série de réactions suivantes :



$$CBr \equiv CBr \xrightarrow{\text{Oxyg}} COBr - COBr \xrightarrow{H^2O} 2HBr + CO(OH) - CO(OH)$$

et vient confirmer la formation de $CBr \equiv CBr$.

» Ce liquide est peu stable, comme nous l'a montré l'expérience suivante : un appareil formé d'un tube à essai muni à sa partie inférieure d'un tube capillaire à robinet avait contenu du $CBr \equiv CBr$ et avait été vidé dans une atmosphère d'azote; du liquide restait dans la partie capillaire; il s'enflamma quand on le mit au contact de l'air : flamme rougeâtre, abondant dépôt de charbon et formation de HBr; la flamme se propagea lentement dans le tube, en laissant derrière elle un dépôt de charbon (décomposition par la chaleur), et, quand elle arriva dans la partie large de l'appareil, celui-ci fut détruit par une explosion d'une violence extrême. L'inflammation spon-

tanée réussit toujours en opérant la préparation comme nous l'avons indiqué, et ne présente pas de danger si l'on n'opère que sur une très petite quantité de liquide. Protégé par une couche d'eau, l'acétylène bibromé conserve ses propriétés pendant plusieurs semaines.

» En résumé, nous avons obtenu de l'acétylène bibromé, caractérisé par quelques réactions; nous nous proposons de continuer cette étude (¹). »

BOTANIQUE. — *Sur le* Pyronema confluens. Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Guignard.

« Nous avons réussi à obtenir, cette année, de belles cultures artificielles du *Pyronema confluens,* et nous en avons profité pour reprendre l'étude de ce Champignon si intéressant.

» Il est à peine besoin de rappeler que la découverte de grosses vésicules, de rosettes sur le mycelium est due aux frères Tulasne; ces organes ont donné lieu à de nombreuses controverses qu'il serait trop long de rappeler. Disons seulement que, dans un Mémoire récent (²), Harper a cru trouver, dans la manière dont ils se comportent et leur structure des arguments contre notre théorie de la sexualité chez les Champignons supérieurs. Selon Harper, l'anthéridie et l'ascogone possèdent de nombreux noyaux; les deux organes se mettent en communication par un long tube qui prolonge l'ascogone; ce trichogyne possède une cloison basilaire qui se forme avant la fusion anthéridienne.

» Notons que, sauf les dimensions plus grandes, cet appareil ressemble exactement à celui des *Monascus;* le cloisonnement de l'ascogone précède la fusion avec l'anthéridie.

» Ce point est très important; pour qu'un échange de noyaux puisse avoir lieu, il faut nécessairement que la cloison disparaisse; nous avons démontré que, chez les *Monascus,* cette cloison est persistante; sa disparition ne servirait d'ailleurs à rien, puisque les noyaux de l'anthéridie et du trichogyne se détruisent sur place.

(¹) Nous avons été continuellement secondé dans ces recherches par M. Sanson; nous lui adressons nos remercîments pour le concours qu'il nous a donné dans ces essais toujours pénibles et parfois dangereux.

(²) Harper, *Sexual reproduction in* Pyronema confluens (*Annals of Bot.,* t. V, p. 14).

» Harper a pensé que cette cloison disparaît un moment pour laisser passage aux noyaux de l'anthéridie et se reforme ensuite; ces noyaux, au nombre de deux cents environ, copuleraient par paires avec ceux de l'ascogone; seuls les noyaux du trichogyne se détruiraient.

» Or, nous avons pu constater que la cloison qui se trouve à la base du trichogyne est persistante comme chez les *Monascus;* elle présente simplement en son centre une ponctuation analogue à celles qui existent chez beaucoup de Champignons.

» Il ne se produit *aucun échange de noyaux entre l'anthéridie et l'ascogone;* on peut assister à la dégénérescence sur place des éléments nucléaires de l'anthéridie et du trichogyne; *il résulte de là qu'aucune fusion nucléaire n'a lieu à ce stade du développement.*

» Les noyaux de l'ascogone seuls restent actifs; ils sont orientés à la surface de l'organe; quelques-uns s'enfoncent vers le centre et là se divisent; le nombre de ces divisions augmente rapidement; les noyaux provenant de ces divisions sont naturellement plus petits à leur reconstitution que ceux de la zone superficielle; bientôt l'ascogone produit par bourgeonnement les filaments ascifères dans lesquels passent les noyaux.

» Ces résultats confirment d'une manière absolue ceux que nous avons obtenus dans l'étude des *Monascus* ([1]); au lieu des fusions nucléaires annoncées, nous avons trouvé une dégénérescence des noyaux de l'anthéridie et du trichogyne.

» Si l'on veut avoir l'explication de ces faits, il faut se reporter au genre *Dipodascus* ([2]); là, deux branches, anthéridie et ascogone, se développent côte à côte sur le même rameau; elles contiennent de nombreux noyaux; or, deux seulement se fusionnent pour fournir un noyau sexuel; les autres disparaissent : cette dégénérescence est évidemment du même ordre que celle des éléments nucléaires du *Monascus* et du *Pyronema;* elle se rattache d'autre part aux phénomènes analogues décrits chez les Siphomycètes. Il est donc infiniment probable que les anthéridies et ascogones signalés chez quelques Ascomycètes représentent bien les vestiges des organes sexuels des Siphomycètes; mais aucune fécondation nucléaire ne s'y produit plus; cette fécondation a été reportée plus loin ainsi que la formation des asques à laquelle elle est intimement et nécessairement liée. »

([1]) Voir la Note précédente.

([2]) JUEL, *Ueber Zellinhalt, Befrucht. und Sporenb. bei* Dipodascus (*Flora*, Bd. XCI, 1902).

BOTANIQUE. — *Sur les caractères botaniques du mycélium truffier.* Note de M. **Louis Matruchot**, présentée par M. Gaston Bonnier.

» La publication du contenu d'un pli cacheté de M. Émile Boulanger, faite dans le numéro des *Comptes rendus* du 11 mai dernier, m'engage à revenir sur l'étude du mycélium truffier, partiellement exposée par moi-même dans une précédente Note (¹). M. E. Boulanger énonce, en effet, des résultats absolument contradictoires avec ceux que, par une méthode différente de la sienne, j'ai obtenus de mon côté; je crois donc devoir dès maintenant préciser, en les étendant, les notions précédemment fournies par moi sur les caractères botaniques du mycélium truffier tel que je le possède en culture.

» Qu'il s'agisse du *Tuber melanosporum* (Truffe de Périgord) ou du *T. uncinatum* (Truffe de Bourgogne), le mycélium truffier peut être caractérisé par la remarquable gradation de couleurs nuancées qu'il présente avec l'âge et par un ensemble de caractères microscopiques très nets.

» Tout à fait au début du développement, le mycélium est incolore; mais à peine âgé de quelques jours, il devient *rose*, puis *roux clair*, puis il se nuance de *vert*, et enfin, âgé de quelques mois, il prend une teinte *roux brunâtre* caractéristique.

» Dès le jeune âge, les filaments s'agrègent en cordons; par ramifications et anastomoses ces cordons atteignent un assez grand diamètre; mais à tout âge le mycélium reste *friable* et facile à détacher du substratum.

» Le mycélium est régulièrement cloisonné. Il n'est *jamais très fin;* bien au contraire, le diamètre des filaments peut atteindre jusqu'à 8^{μ} et 10^{μ}, ce qui est une taille relativement considérable pour un mycélium d'Ascomycète. Il offre, particulièrement dans le *Tuber uncinatum,* une tendance manifeste à l'enkystement, surtout dans les portions toruleuses du mycélium, où la membrane présente des épaississements locaux caractéristiques.

» Enfin ce mycélium ne m'a jamais présenté *aucune forme conidienne;* il donne naissance seulement à des sclérotes en petit nombre et de taille volumineuse, qui ne sont *jamais gélatineux,* à aucun stade de leur développement.

» En se reportant aux diverses particularités qui viennent d'être énumérées, on voit que, d'après mes expériences et mes observations :

» 1° Le mycélium de *Tuber melanosporum* n'est ni « grisâtre », ni « fin », ni « résistant »; il ne forme jamais « d'amas gélatineux »;

» 2° Le mycélium de *Tuber uncinatum* n'est ni d'un « blanc neigeux »,

(¹) L. Matruchot, *Germination des spores de Truffes; culture et caractères du mycélium truffier* (*Comptes rendus,* t. CXXXVI, 4 mai 1903, p. 1099).

ni « très fin et soyeux »; il ne donne jamais « de nombreux petits péri-
» thèces jaunâtres, restant au début de leur développement et mesurant
» moins de 1^{mm} de diamètre »;

» 3° Les mycéliums truffiers des deux espèces que j'ai étudiées, loin de différer extrêmement l'un de l'autre, se ressemblent beaucoup, par tous leurs caractères microscopiques ou macroscopiques;

» 4° Enfin, ni l'un ni l'autre de mes mycéliums ne donne de forme conidienne et ne rappelle en quoi que ce soit ni les *Acrostalagmus*, ni les *Stachylidium*, ni les *Monilia*, ni les *Amblyosporium*.

» En conséquence, le mycélium truffier que je possède en culture, défini par les caractères botaniques énumérés plus haut, diffère essentiellement des divers mycéliums étudiés par M. E. Boulanger, et c'est là en particulier un point que je tenais à mettre dès maintenant en évidence.

» Quant au mycélium obtenu par M. Raphaël Dubois (*Comptes rendus*, 25 mai 1903), je ne saurais dire s'il est ou non identique à celui que je possède, l'auteur ne donnant aucun renseignement botanique qui permette la comparaison. Toutefois, le fait que ce mycélium fournit dans les ballons de culture « de larges taches blanches » me laisse supposer qu'il s'agit d'un mycélium différent. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Caractères morphologiques des Pleurocécidies caulinaires*. Note de M. C. **Houard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« D'après la définition de Friedrich Thomas [1], une cécidie est le résultat de la réaction de la plante hôte à l'action du parasite. J'ai cherché à mettre en évidence cette réaction dans les cécidies produites par des parasites animaux (Zoocécidies), et pour cela j'ai choisi des déformations présentant d'une façon bien nette un axe de symétrie ou un plan de symétrie. Les galles des tiges chez lesquelles la cavité larvaire est située à l'intérieur de la moelle, c'est-à-dire à peu près dans l'axe du cylindre central, me semblaient d'avance favorables à ce genre de recherches; il en était de même pour les cécidies consistant en saillies latérales et qui, déjà à l'extérieur, offrent nettement un plan de symétrie.

» J'ai donc étendu mes investigations anatomiques à un grand nombre de déformations caulinaires n'altérant pas la longueur des entre-nœuds et qui constituent des galles latérales de tiges ou pleurocécidies caulinaires. J'ai laissé de côté les cécidies qui, situées à l'extrémité des tiges, provien-

---

[1] *Zeitschrift für die Ges. Naturwissenschaft*, Halle, 1873, Bd. XLII, p. 513.

nent de la déformation du bourgeon terminal et du raccourcissement des entre-nœuds supérieurs et qu'on groupe sous le nom de *galles terminales de tiges* ou *acrocécidies caulinaires*.

» Les cécidies étudiées ont été séparées en quatre groupes, d'après la position du parasite :

» *Premier groupe*. — Cécidies des tiges de l'*Hedera Helix* L. (*Asterolecanium Massalongoianum* Targ.-Toz.), du *Potentilla hirta* L. var. *pedata* Willd. (Coccide), du *Brachypodium silvaticum* L. (Diptère), du *Picea excelsa* Lamk. (*Chermes abietis* L.)

» Elles présentent les caractères communs suivants :

» 1° Le parasite est extérieur à la tige et situé contre l'épiderme;

» 2° L'action cédidogène qu'il engendre se traduit dans la région voisine par l'hyperplasie (ou multiplication cellulaire) des tissus, en particulier par ceux de l'écorce et de l'anneau vasculaire;

» 3° Les tissus gallaires qui résultent de cette hyperplasie sont refoulés par la portion non déformée de la tige et produisent une saillie latérale ayant un plan de symétrie; ce plan est déterminé par le parasite et par la génératrice opposée de la tige; il passe par l'axe du rameau;

» 4° L'action cécidogène s'étend parfois à la moelle.

» *Deuxième groupe*. — Cécidie de la tige du *Pinus silvestris* L. (*Eriophyes pini* Nal.)

» 1° Le parasite est situé dans l'écorce;

» 2° L'action cécidogène qu'il engendre se traduit par l'hyperplasie du tissu cortical;

» 3° Le tissu gallaire produit est refoulé par la portion non déformée de la tige et donne une saillie latérale ayant un plan de symétrie déterminé comme plus haut;

» 4° L'action cécidogène hyperplasie aussi la région de l'anneau vasculaire la plus rapprochée du parasite.

» *Troisième groupe*. — Cécidies des tiges du *Tilia silvestris* Desf. (*Contarinia tiliarum* Kieff.), du *Rubus fruticosus* (*Lasioptera rubi* Heeger), etc.

» 1° Le parasite est situé dans les formations secondaires libéro-ligneuses;

» 2° L'action cécidogène qu'il engendre excite le fonctionnement de l'assise génératrice interne, en un point de l'anneau vasculaire qui est complètement déformé; il se produit en grande abondance du bois secondaire non lignifié, dans lequel le parasite établit sa cavité larvaire;

» 3° Les tissus gallaires sont refoulés par la portion non déformée de la tige et produisent une saillie latérale ayant un plan de symétrie déterminé comme précédemment;

» 4° L'action cécidogène s'étend aussi, dans une certaine mesure, à l'écorce dont l'hyperplasie accentue la déformation.

» *Quatrième groupe*. — Cécidies des tiges du *Potentilla reptans* L. (*Xestophanes potentillæ* Vill.), de l'*Hieracium umbellatum* L. (*Aulax hieracii* Bouché), du *Sedum Telephium* L. (*Nanophyes telephii* Bedel), etc.

» 1° Le parasite est situé dans la moelle;

» 2° L'action cécidogène qu'il engendre provoque l'hyperplasie des cellules médullaires qui se bourrent de matières de réserve et servent à la nourriture du parasite;

» 3° Le tissu gallaire formé se développe uniformément dans toutes les directions par suite de la position axiale du parasite et produit une cécidie fusiforme dont l'axe de symétrie est confondu avec celui de la tige;

» 4° L'action cécidogène s'étend aussi à l'anneau libéro-ligneux, qui est hypertrophié ou dissocié, et à l'écorce.

» En résumé, chez toutes les pleurocécidies étudiées dans ce travail, le parasite engendre une action cécidogène, qui se traduit par des phénomènes d'hypertrophie et d'hyperplasie cellulaires.

» L'action cécidogène se fait sentir, autour du parasite, avec une égale intensité dans toutes les directions. A son contact elle est presque nulle et les cellules s'hypertrophient peu; c'est à une certaine distance du parasite qu'elle se manifeste avec le maximum d'intensité. Au delà elle va en diminuant jusqu'à devenir nulle : d'où la notion du cercle cécidogénétique.

» Pour les cécidies du deuxième groupe ainsi que pour celles du troisième, le contour de la section transversale médiane de la galle est la courbe enveloppe de la circonférence formant le contour extérieur de la tige et de la circonférence du cercle cécidogénétique.

» Enfin, la position latérale du parasite entraîne la présence d'un plan de symétrie pour les cécidies des trois premiers groupes; sa situation centrale explique l'axe de symétrie présenté par les cécidies du quatrième groupe. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques Algues fossiles des terrains anciens*. Note de M. **B. Renault**, présentée par M. E. Bornet.

« Il y a peu de temps [1] nous avons appelé l'attention sur la présence de diverses familles de Champignons ayant vécu au milieu des débris laissés par les nombreux Lépidodendrons de l'époque houillère; aujourd'hui nous nous occuperons seulement de quelques-unes des Algues qui peuplaient les eaux de cette époque.

---

[1] *Sur quelques nouveaux Champignons fossiles de l'époque houillère* (*Comptes rendus*, 6 avril 1903).

» Les unes, assez peu nombreuses, sont munies d'une membrane silicifiée et appartiennent à l'ordre des Diatomacées [famille des Naviculées (*fig.* 1)]; leur longueur est de 101^{μ} et la largeur de 43^{μ}. Si leur nombre n'est pas plus considérable, c'est que leur enveloppe minérale a été probablement dissoute par les eaux siliceuses qui les ont envahies.

» Les autres, extrêmement abondantes au contraire, très variées de forme, ont peuplé la surface des lacs de l'époque, comme les fleurs d'eau de nos jours et ont donné naissance, en se réunissant au fond des lacs, à des masses importantes de combustible. On connaît le charbon que l'on désigne sous le nom de *Boghead*, si recherché actuellement par l'industrie à cause de la grande quantité d'huiles minérales et du volume de gaz (carbures d'hydrogène) fournis par leur distillation. Les couches de Boghead existent dans une foule de localités; l'examen microscopique de *tous* les Bogheads que nous avons pu nous procurer montre que la masse est formée par l'accumulation stratifiée d'Algues à structure conservée; nous allons en citer quelques-unes.

» En premier lieu, nous rappellerons le genre *Pila* du Boghead d'Autun. Ce sont des Algues (*fig.* 2) globuleuses à thalle sphérique continu, creux, formé de cellules à parois épaisses, ne dépassant pas en organisation les *Protococcacées* actuelles. Les dimensions linéaires des thalles varient de 100^{μ} à 200^{μ}; les espèces de ce genre, caractéristique des Bogheads de l'hémisphère *boréal*, sont nombreuses; nous avons décrit [*loc. cit.* (1)] les *Pila bibractensis, P. liasica, P. scotica, P. kentuckyana, P. Karpinskii, P. lusitanica*, etc.

» Un autre genre remarquable qui entre dans la composition des Bogheads, mais des Bogheads de l'hémisphère austral, est le genre *Reinschia* (*fig.* 3) (*loc. cit.*); ces Algues sont également globuleuses, mesurant 200^{μ} à 400^{μ} de diamètre, creuses; la cavité était limitée par une enveloppe, formée d'un rang de cellules polyédriques piriformes, envoyant à l'intérieur des prolongements ou invaginations nombreuses ayant peut-être concouru à la multiplication de l'espèce, lors de la dislocation de l'enveloppe. Les *Reinschia* forment les Bogheads d'Australie, du Transvaal, etc. situés dans l'hémisphère austral.

» Les Bogheads anglais connus sous le nom de *Bogheads Armadale* sont composés surtout de l'agglomération des thalles d'une Algue que nous avons désignée sous le nom de *Thylax britannicus* (*fig.* 4), globuleuse, mesurant 4^{μ} à 6^{μ} de diamètre seulement, creuse, gélatineuse comme les précédentes; la cavité intérieure envoie des prolongements entre les cellules de l'enveloppe. Ils sont dirigés en forme de $\times$, les branches pouvant elles-mêmes se diviser. Ces communications permettent de les comparer à certain genre de la famille des Protococcacées, tel que le genre *Cœlastrum* entre autres. Le thalle des *Thylax* se subdivisait en petits groupes de deux et de quatre cellules capables de reformer le thalle entier.

» Les charbons-bogheads russes du Bassin de Moscou sont principalement formés par un genre d'Algues que nous avons appelé *Cladiscothallus*; le thalle (*fig.* 5, 6) est profondément ramifié, discoïde, large de 2 à 3 dixièmes de millimètre. Les rameaux

---

(1) *Sur quelques microorganismes des combustibles fossiles* (*Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, t. XIII, 1899-1900).

Fig. 1. — *Navicula ripageriensis.*

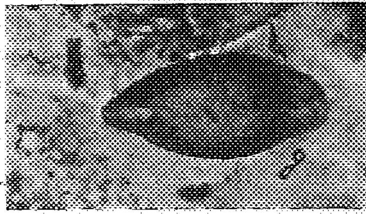


Fig. 2. — *Pila bibractensis,*
b, c sections diverses des cellules du thalle.

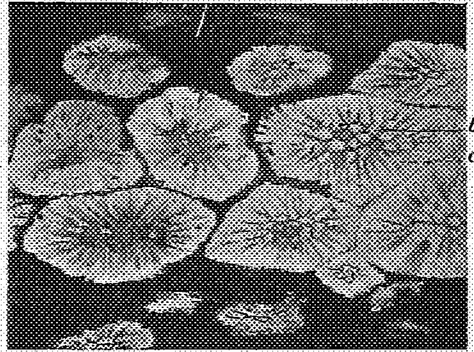


Fig. 3. — *Reinschia australis.*

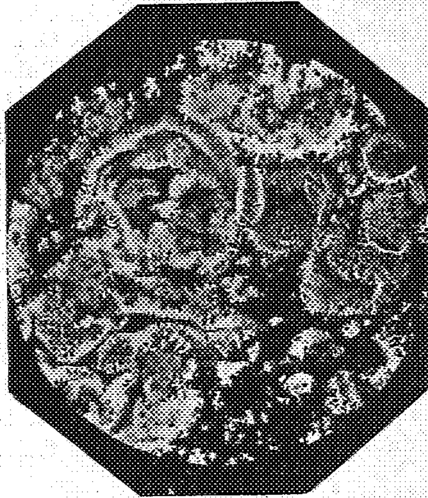


Fig. 4. — *Thylax britannicus*, $\frac{380}{1}$.

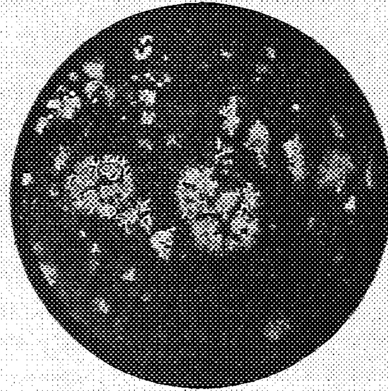


Fig. 5.
Cladiscothallus Wardi, $\frac{560}{1}$.



Fig. 6. — *Cladiscothallus Keppeni*, $\frac{385}{1}$; *a*, thalle ramifié.



plusieurs fois dichotomes partent d'un centre commun et forment, en se recouvrant, plusieurs rangées superposées; il est possible qu'ils aient constitué, avant leur aplatissement, un thalle hémisphérique fixé par son centre ou discoïde. Ce genre a été rencontré dans les Bogheads du Bassin de Moscou et ceux du nord de l'Amérique. Tous les Bogheads examinés contiennent de nombreuses Bactériacées (Microcoques) qui ont pu concourir par une sorte de fermentation spéciale à la transformation de la cellulose en combustible minéral fossile.

» *Conclusions :* 1° Les Bogheads ont été formés par l'accumulation, au fond de lacs anciens, d'Algues gélatineuses;

» 2° Les *Pilas* caractérisent les Bogheads de l'hémisphère boréal de différents âges;

» 3° Les *Reinschia* s'observent surtout dans l'hémisphère austral;

» 4° Chaque gisement important de Boghead peut se reconnaître au genre d'Algues qui l'a produit;

» 5° La présence constante des Bactériacées sur les parois des cellules des Algues laisse supposer, de leur part, un rôle important dans la transformation de la cellulose des Algues en combustible fossile; ces Bactériacées ont été désignées sous le nom de *Micrococcus petrolei;*

» 6° L'étude d'autres Bogheads amènera certainement la découverte d'autres Algues anciennes, ayant rempli le même rôle important. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'état actuel du volcan de la montagne Pelée.* Note de M. **Giraud**, présentée par M. Michel Lévy.

« Depuis le 12 mars, date de mon arrivée à la Martinique, le volcan de la montagne Pelée traverse une phase d'activité assez grande; il émet, presque journellement, des nuées ardentes généralement peu étendues. La montagne étant restée presque constamment découverte, j'ai pu, au cours de mes séjours à l'observatoire du morne des Cadets, si bien placé pour l'étude, suivre d'une manière continue les phénomènes éruptifs et noter quelques faits qui complètent les observations de M. Lacroix.

» Le dôme est toujours terminé par une série de saillies rocheuses, émergeant d'un talus d'éboulis dépassant en hauteur le lac des Palmistes et débordant actuellement dans la vallée du Prêcheur; l'une des saillies constitue l'aiguille terminale qui se dresse au-dessus de cette masse sur une hauteur de plus de 300^{m}. Les éruptions de nuées ardentes se produisent toujours comme précédemment, par des crevasses permanentes ou temporaires, situées à la base de l'aiguille ou près des rochers voisins. *Depuis les*

premiers jours d'avril, quelques éruptions ont cependant pris naissance à la base de l'aiguille, dans les parties nord et nord-est, du côté du lac des Palmistes, alors qu'elles avaient été localisées jusqu'ici à la partie sud-ouest du cratère.

» J'ai pu assister, de l'observatoire du morne des Cadets, à plusieurs éruptions de nuées ardentes, dont une, le 26 mars, à $6^h 13^m$ du soir, a été particulièrement importante. Une série de détonations très rapprochées a accompagné l'émission de la nuée, qui a duré quelques secondes. Le nuage a rapidement progressé dans la vallée de la rivière Blanche en s'élevant en même temps à une hauteur de 3600^m; en 3 minutes, le nuage a franchi 5^{km}, sa vitesse s'est alors ralentie, il a mis 6 minutes pour parcourir les deux derniers kilomètres le séparant de la mer et correspondant à la partie large de la vallée; il s'est ensuite étendu sur plus d'un mille en mer. Les photographies de la nuée ardente du 16 décembre communiquées par M. Lacroix à l'Académie pourraient s'appliquer exactement à celui du 26 mars.

» Une partie de la neige a débordé à l'Est sur le lac des Palmistes. Elle a laissé sur son parcours une couche de cendres fines blanc jaunâtre. J'ai pu constater le lendemain matin que cette couche de cendres n'était pas continue; à 3^{km} environ de la mer, un petit monticule avait été épargné et s'était trouvé enveloppé par le nuage sans être recouvert, grâce à un petit vallon latéral qui avait, sur un faible parcours, dévié une partie de la masse gazeuse. Ce fait permet d'expliquer l'irrégularité des phénomènes de destruction observés près du bord de la zone dévastée par les grandes éruptions, au Morne-Rouge, par exemple. J'ai pu constater en outre que, lorsque la neige s'élevait pour franchir une arête, la plus grande partie de la cendre se déposait pendant l'ascension sur le premier versant, le versant opposé n'en recevait presque pas; il est probable que les phénomènes mécaniques y sont aussi très atténués.

» Cette éruption a été accompagnée et suivie de phénomènes lumineux assez intenses. Au moment même de l'éruption, une partie de la base de l'aiguille est devenue incandescente; l'incandescence a persisté pendant une partie de la nuit, mais les parties lumineuses étaient de faibles dimensions. Généralement, une fente peu étendue ou un orifice s'illuminait progressivement jusqu'au rouge vif et laissait échapper des masses plus lumineuses (blocs de lave) et des parties plus légères et moins éclairées (cendres); la masse se comportait comme un liquide dense coulant dans les thalwegs du talus d'éboulis. L'origine de ces émissions incandescentes continue donc, comme depuis plusieurs années, à être la base même de l'aiguille ou son voisinage immédiat : elles présentent, en outre, les mêmes caractères. Parfois, après l'éboulement d'une partie de la carapace superficielle, les parties internes de l'aiguille apparaissaient incandescentes et s'assombrissaient ensuite très lentement.

» A la suite de l'éruption, l'aiguille, alors à l'altitude 1595, a perdu 25^m de sa hauteur; mais quelques jours après elle avait repris son niveau initial : les variations de hauteur de l'aiguille sont d'ailleurs incessantes, les éruptions déterminant la chute de la partie terminale de l'aiguille, l'ascension de la lave réparant rapidement les pertes causées par les éboulements.

» Jusqu'aux premiers jours d'avril, l'aiguille terminale du dôme a con-

servé les particularités de forme (surface ébouleuse vers le sud-ouest et l'ouest, polie et striée verticalement par frottement contre une paroi rigide sur les autres faces) et le mode d'ascension par soulèvement décrits par M. Lacroix ([1]).

» Aujourd'hui ce mode d'ascension est le seul qui soit manifeste, il ne se produit plus les phénomènes d'injection par la lave fluide signalés par M. Lacroix cet hiver.

» L'ascension de l'aiguille terminale se fait d'une façon plus régulière, sans aucune déformation de ses parties latérales ou terminales. De plus, depuis le milieu d'avril, il s'est produit une carapace polie et striée à sa base, dans la partie sud-ouest; sa hauteur correspond sensiblement à l'accroissement de l'aiguille depuis cette époque. L'aiguille obstrue donc une ouverture du dôme, elle se reforme sans cesse à la base et se détruit par le sommet. Elle se présente avec les caractères d'une ébauche de coulée, se solidifiant en partie avant son arrivée au jour et poussée à l'extérieur par la lave ascendante, à travers un orifice dont les parois frottent énergiquement contre la surface de la lave encore un peu visqueuse. Les éruptions de nuées ardentes s'échappent le plus souvent entre ce culot de lave et les parois de la cheminée.

» Les séismographes installés à l'observatoire du morne des Cadets fonctionnent régulièrement; depuis un mois ils ont enregistré de nombreuses trépidations de faible amplitude. »

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie du pays de Cinglais (Calvados).* Note de M. A. **Bigot**, présentée par M. Michel Lévy.

« Le pays de Cinglais forme, entre les vallées de l'Orne et de la Laize, une région naturelle que l'on peut définir : un plateau de jurassique inférieur décalcifié, surmontant une pénéplaine de terrains paléozoïques.

» Cette pénéplaine paléozoïque est formée par les schistes et grès du Précambrien, entourant l'extrémité occidentale du synclinal silurien de la Brèche-au-Diable.

» Dans cette partie du synclinal, qui est alignée ouest-est, les deux flancs ont une tendance marquée à se rejoindre à l'ouest; les deux bandes

([1]) *Comptes rendus*, 6 avril 1903.

de poudingues pourprés qui limitent le synclinal sont cependant interrompues dans cette direction par une faille transversale, dont la lèvre relevée porte sur la rive gauche de l'Orne un lambeau de poudingues pourprés (cote 95 entre Martinbeau et Neumer).

» Des déviations de direction et des accidents transversaux amènent sur le trajet du synclinal des rejets horizontaux, qui peuvent atteindre 500^m, et dont les travaux des mines de fer de la région devront tenir compte.

» Les formations secondaires qui surmontent la pénéplaine paléozoïque débutent par des galets et des graviers, épais d'au moins 20^m à Grimbosq, et qui sont cantonnés suivant une ligne sud-est-nord-ouest, de Tournebu à Moulines et Grimbosq. Ils occupent une longue dépression, qui part de Falaise et va rejoindre le golfe du Cotentin, où ces formations caillouteuses très développées ont été rapportées au Trias. Cette dépression a joué un rôle important dès le Stéphanien et lors de la transgression liasique.

» Le Charmouthien et le Toarcien forment une bande à peu près continue autour du Cinglais. Les assises charmouthiennes offrent les mêmes caractères et les mêmes zones que dans la région de la Caîne; elles ont subi par places une silicification secondaire. Le Toarcien comprend toutes les zones reconnues dans le Bessin, avec une prédominance des calcaires oolithiques.

» Les diverses zones du Bajocien inférieur ont été également rencontrées; l'oolithe blanche, formée de calcaires avec gros spongiaires, se lie aux calcaires à silex du Vésulien. La décalcification de ces calcaires à silex a fourni les argiles à silex qui couvrent le Cinglais.

» Au contact des terrains secondaires avec les terrains primaires existe une nappe aquifère très importante, se déversant par de nombreuses sources au pourtour de l'affleurement du Charmouthien ou dans le Trias. Ce déversement se fait surtout du côté du Nord, par suite de la pente assez rapide de la pénéplaine paléozoïque dans cette direction (11^{mm},5 par mètre entre Saint-Clair et Fontenay-le-Marmion).

» Toutefois la bande des poudingues pourprés de Moulines, celle des grès armoricains de Saint-Germain-le-Vasson, transversales à l'écoulement de la nappe, déterminent, grâce à leur relief sur la pénéplaine, des barrages souterrains en amont desquels naissent le long de la Laize et de ses affluents des sources importantes, captées par la ville de Caen.

» La position de cette nappe au-dessus des terrains paléozoïques permet de comprendre pourquoi, les eaux de circulation ne pénétrant pas dans le

soubassement primaire, le minerai de fer de cette région est resté à l'état de carbonate oolithique et n'a pas été transformé en hématite comme à Saint-Rémy.

» A l'époque pléistocène, la limite des eaux permanentes était encore plus élevée qu'aujourd'hui, par suite du moindre creusement des vallées, dont les alluvions anciennes s'élèvent à plus de 70^m au-dessus des cours d'eau actuels. »

GÉOLOGIE. — *Sur les recouvrements survenus dans la partie surélevée des Pyrénées.* Note de M. **Joseph Roussel**, présentée par M. Michel Lévy.

« Les Pyrénées comprennent trois massifs distincts : celui des Pyrénées catalanes, celui des Pyrénées basques, se rattachant à la *meseta Ibérique*, et celui des Pyrénées proprement dites, qui forme les trois quarts de la chaîne et rattache les deux autres aux Cévennes.

» Ces trois massifs sont formés de nombreux plis dont j'ai dressé le tableau, et que j'ai pu étudier dans le versant espagnol, de même que dans le versant français.

» Dans la partie de ces plis restée longtemps à l'état de demi-émersion, on observe que les couches sont régressives dans l'un des versants et transgressives, avec imbrication, dans le versant opposé. Ce double phénomène est dû à un refoulement qui a fait *reculer* lentement ou par saccades l'axe des plis et a finalement causé dans les couches une tension telle que celle-ci a provoqué des ruptures et de violentes *détentes*, qui ont reporté l'axe des plis *en avant* et fait chevaucher les couches les unes sur les autres. Voici, à titre d'exemple, les divers chevauchements survenus dans la grande ride qui forme la partie principale du faîte des Pyrénées.

» Cette ride a été partiellement émergée dès l'époque cambrienne, et son axe s'est aussitôt porté vers le nord lentement ou par des à-coups dont l'un, survenu à l'époque ordovicienne, a produit un important affaissement du sol. A la fin de la période carbonifère, l'élasticité des couches s'est trouvée fortement sollicitée, de sorte qu'il est survenu une détente qui a reporté l'axe du pli vers le Sud, et a fait chevaucher le flanc nord sur le flanc sud sur une longueur qui va de la vallée de la Têt à la vallée de l'Esera, et une largeur que j'ai évaluée dans la vallée de la Noguera Pallaresa à près de 20^{km}.

» Le chevauchement s'est fait comme si *les couches avaient été, pour un temps, suspendues sur le magma liquide du noyau central.* Le pli s'est rompu près de la clef de voûte.

» Le flanc sud, soutenu, en arrière, par les couches primaires, imbriquées et arc-boutées contre lui, a résisté au poids du flanc nord et s'est maintenu vertical, ou bien, il n'a pas résisté et s'est couché, ainsi qu'on le remarque sur une petite étendue à l'Hospitalet et sur une vaste étendue dans la région comprise entre la vallée de la Valira del Nort et celle de la Garonne où le renversement est de 45°. Le flanc nord, qui s'était disposé en pli synclinal, s'est détendu à la manière d'un arc dont la corde vient à se rompre. Toutes les couches de ce flanc ont chevauché; mais celles de la partie supérieure qui ont, pour ainsi dire, été projetées dans l'espace, ont glissé beaucoup plus que les autres. Les assises cristallines de l'archéen supérieur, et, avec elles, celles du primaire, ont chevauché sur les couches transgressives du paléozoïque du flanc sud, tandis que les assises cristallines de l'archéen inférieur, glissant à leur tour, disposaient en voûte et les assises primaires transgressives du flanc sud et les assises chevauchantes du flanc nord. Il en est résulté, ainsi que je l'ai depuis longtemps fait connaître, qu'une bande formée par l'ordovicien, le gothlandien, le dévonien ou le carbonifère transgressif du flanc sud, s'est trouvée enclavée dans le gneiss ou les schistes cristallins du flanc nord.

» Dès la fin de la période triasique et dans le flanc septentrional du même pli, il s'est produit un nouveau charriage qui a reporté vers le nord les assises primaires que la débâcle précédente avait charriées vers le sud.

» Les recouvrements précédents ne s'étaient manifestés que dans la partie orientale et la partie centrale de la ride du faîte; mais, à l'époque emschérienne, la partie occidentale s'est trouvée assez plissée pour en éprouver à son tour, et l'ordovicien de la vallée du Gave de Pau a chevauché sur le dévonien et le carbonifère, tandis que, dans celle du Gave d'Aspe, c'est ce dernier terrain qui a recouvert le trias.

» A l'époque aquitanienne, une nouvelle détente s'est produite dans cette même partie de la ride et M. Bresson en a décrit très exactement les effets dans la partie correspondant aux cirques de Troumouse et de Gavarnie. A l'ouest de ces cirques le recouvrement se manifeste dans le même pli jusqu'à l'extrémité occidentale de la chaîne; mais, à l'est de la vallée de la Cinca où la ride du faîte se raccorde avec celle du massif du Canigou, c'est dans celle-ci qu'il se manifeste jusqu'à l'extrémité orientale des Py-

rénées. Et l'on voit, suivant les points observés, l'archéen, le cambrien, l'ordovicien, le gothlandien, le dévonien, le carbonifère, du flanc nord, recouvrir, sur une étendue de 15^{km} à 20^{km}, le campanien à *Hippurites Vidali, H. Archiaci, H. Heberti, H. turgidus, H. latus*, ou bien le trias, ou le carbonifère même du flanc sud. Ce chevauchement est le plus important et le plus récent des Pyrénées; il a produit absolument les mêmes glissements que ceux que j'ai décrits plus haut et, en outre, *des plis superficiels* que la dénudation n'a pas encore complètement abrasés et que l'on observe toutes les fois que les assises chevauchantes ont buté contre les escarpements des assises recouvertes. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les caractères graphiques de la fatigue dans les mouvements volontaires chez l'homme.* Note de MM. **A. Imbert** et **J. Gagnière**, présentée par M. Marey.

« Dans nos recherches, poursuivies depuis plusieurs mois déjà, nous nous sommes servis de l'ergographe, mais en donnant au cylindre enregistreur une vitesse suffisante pour qu'il fût possible, sur les tracés obtenus, de retrouver les particularités relatives à chaque contraction successive, et de suivre les modifications progressives de ces particularités au fur et à mesure de la production du travail et de l'apparition de la fatigue.

» Les muscles en activité (flexion du médius) travaillant en surchage (2^{kg}, 3^{kg}, ...) au système de 48 contractions maximales à la minute, réglées par un métronome, avec soutien du poids pendant $\frac{1}{48}$ de minute et période de repos de même durée après chaque contraction. On s'efforçait d'autre part de réaliser des contractions et des relâchements aussi rapides que possible.

» Chaque tracé de contraction se compose d'une ligne d'ascension (période de contraction) et d'une ligne de descente (période de relâchement) séparées par un plateau (période de soutien du poids). La ligne d'ascension, pendant une partie plus ou moins grande, mais toujours assez longue, du travail, s'élève à une hauteur supérieure à la hauteur du soutien; il existe par suite, pour une série plus ou moins longue de contractions à partir du début du travail, un crochet situé en avant du plateau de soutien.

» Les tracés obtenus permettent, en particulier, l'étude des variations des vitesses de contraction et de relâchement des muscles actifs et la détermination de l'ordre d'apparition des divers caractères graphiques de la fatigue due aux mouvements volontaires chez l'homme.

» Comme l'arc de courbe décrit par le point d'application au médius du cordon qui soutient le poids à soulever est, au début de chaque contraction, sensiblement

perpendiculaire et, à la fin de la contraction, à peu près parallèle à la direction de ce cordon, toutes circonstances qui, par suite des liaisons existantes, exercent une influence sur la forme du tracé, on n'aurait que des résultats numériques peu comparables si l'on prenait pour vitesse moyenne de chaque contraction et de chaque relâchement le quotient de la hauteur totale de soulèvement ou de chute par la durée totale de ce soulèvement ou de cette chute. Il importe par suite de ne calculer les vitesses, dans les contractions et les relâchements successifs, que pour le même arc de la courbe décrite par le point d'application au médium du cordon qui soutient le poids à soulever. C'est en nous astreignant à ces restrictions, quand il y avait lieu, que nous avons établi, d'après les tracés obtenus, les résultats suivants.

» Tous les éléments du tracé : hauteurs du soulèvement, du crochet et du plateau de soutien, inclinaison des lignes d'ascension et de descente, c'est-à-dire vitesse de contraction et de relâchement musculaires, sont progressivement influencés par la production du travail.

» En général, ce sont les vitesses de contraction ou de relâchement qui sont tout d'abord influencées par le travail, et la diminution de l'une ou l'autre de ces vitesses, ou de ces deux vitesses, est tout d'abord la manifestation la plus apparente de la fatigue. On peut souvent constater une telle diminution, dès les premières contractions.

» La hauteur du crochet et celle du plateau de soutien diminuent parallèlement, mais cette diminution est moins rapide que celle de la vitesse de relâchement ou de contraction, suivant le cas.

» Au début du travail, pour tous les sujets que nous avons soumis à l'expérimentation et quel que fût le poids à soulever, la vitesse de chute de ce poids (période de relâchement) a été supérieure à celle du soulèvement du même poids (période de contraction). Quand le poids est un peu lourd, la ligne de descente des premières contractions ne diffère pas sensiblement, dans une grande partie de sa longueur, de la trajectoire donnée par la chute libre de ce poids.

» Pour tous les sujets examinés, les deux vitesses de contraction et de relâchement diminuent progressivement et les muscles actifs se relâchent d'autant plus lentement qu'ils sont plus fatigués, même sous l'action d'un poids de 4^{kg}; mais, tandis que, chez les uns, la vitesse de relâchement diminue beaucoup plus rapidement que la vitesse de contraction, chez d'autres, moins nombreux, nous semble-t-il, c'est la diminution de vitesse de la contraction qui est surtout accusée. De là deux types très nettement différents de tracés de la fatigue; nous nous proposons de rechercher l'influence de ces effets précoces de la fatigue dans l'exercice de certaines professions et dans la pratique de divers sports (en particulier l'escrime).

» Le crochet est plus accusé chez les sujets de la première catégorie, moins accusé chez ceux de la seconde.

» Il importe toutefois de remarquer que les tracés de l'ergographe renseignent seulement sur les vitesses de soulèvement et de chute du poids à soulever, ce qui ne fournit que des indications indirectes et peut-être insuffisantes sur la force de contraction du muscle et sur les variations de cette force, ainsi que sur l'état variable de l'activité musculaire aux divers moments du relâchement. Aussi avons-nous réalisé : d'une part, l'inscription de l'état de tension du cordon dans la longueur qui s'étend du médius à la partie de l'appareil qui est mobile et qui porte l'aiguille inscriptrice ; d'autre part, l'inscription de l'intensité de la force avec laquelle se fléchit le médius aux divers moments du tracé ergographique. »

BIOLOGIE. — *Dégradation des hydrates de carbone dans l'organisme animal.* Note de MM. **A. Bach** et **F. Battelli**, présentée par M. Marey.

« Stoklasa et Cerny ont récemment appliqué aux tissus animaux les méthodes employées par l'école de Büchner dans l'étude de la zymase. Ils ont trouvé qu'il existe dans les organes des animaux, de même que chez les végétaux, une enzyme qui transforme le glucose en alcool et anhydride carbonique. Dans un autre travail, Stoklasa, Jelinek et Cerny ont constaté qu'il se forme à côté de l'alcool de l'acide lactique, et ils ont conclu qu'il existe dans les tissus deux enzymes, l'une produisant la fermentation alcoolique, l'autre la fermentation lactique.

» Nous avons entrepris, de notre côté, une série de recherches dans le but d'étudier les transformations que le glucose doit subir dans l'organisme pour mettre en liberté l'énergie qu'il renferme à l'état potentiel. Dans cette Note nous exposerons les points principaux de notre théorie sur cette dégradation du glucose.

» Hoppe-Seyler, Gautier, etc., avaient déjà admis que les substances complexes de l'organisme subissent des dégradations analogues à celles qui se produisent dans les fermentations avant d'être oxydées; mais les déductions de ces auteurs et leur manière de considérer les réactions d'oxydation diffèrent sensiblement de notre théorie. Nous admettons que la dégradation des hydrates de carbone se fait par deux séries de réactions chimiques qui *s'alternent*. Ces deux séries de réactions sont déterminées par les effets catalyseurs de deux espèces différentes d'enzymes : les enzymes dédoublantes ou hydrolysantes et les enzymes oxydantes.

» Dans les dédoublements, on a comme produit constant l'acide carbo-

nique, et, dans les oxydations, l'eau. L'acide carbonique est toujours éliminé par dédoublement, jamais par oxydation directe. Dans l'oxydation, l'oxygène se porte sur l'hydrogène, jamais sur le carbone. Les enzymes qui produisent l'hydrolyse sont un moyen pour obtenir des substances facilement oxydables et pour débarrasser l'organisme du carbone sans perte sensible d'énergie. La plus grande partie de l'énergie est donnée par l'oxydation directe de l'hydrogène par l'oxygène du sang.

» Cette théorie, que nous appliquons ici surtout aux dégradations des hydrates de carbone, est probablement générale et nous croyons qu'elle peut aussi être considérée comme vraie pour les graisses et pour les substances protéiques.

» En nous limitant à la dégradation du glucose, nous admettons la série suivante :

» Le glucose est d'abord dédoublé en acide lactique puis en alcool et anhydride carbonique. L'alcool, se trouvant à l'état naissant, est oxydé avec une grande facilité en présence de l'oxygène du sang avec le concours d'enzymes oxydantes.

» Le produit de l'oxydation de l'alcool est l'acide acétique, qui est à son tour dédoublé en méthane et acide carbonique. Le méthane à l'état naissant est oxydé en acide formique, et celui-ci est dédoublé en acide carbonique et hydrogène. Finalement l'hydrogène à l'état naissant se combine avec l'oxygène pour former de l'eau. On sait que tous ces corps se trouvent en plus ou moins grande quantité dans l'organisme, et que d'une manière générale toutes ces réactions peuvent être accomplies par des ferments figurés.

» Parmi les faits principaux qui viennent à l'appui de notre théorie, nous citerons en premier lieu l'étude thermochimique.

» La combustion de 1 gramme-molécule de glucose développe 673^{Cal}. Or, si nous appliquons les données thermochimiques à la dégradation du glucose telle que nous venons de l'exposer, nous constatons que la formation d'acide lactique et d'alcool se fait avec dégagement de chaleur (+ 21,6) tandis que la formation de méthane et d'hydrogène a lieu avec absorption de chaleur (— 22). En d'autres termes, il n'y a ni dégagement, ni absorption d'énergie dans l'ensemble des dédoublements successifs avec mise en liberté de l'acide carbonique. Au contraire, dans la série des oxydations successives, où l'hydrogène est brûlé pour former de l'eau, nous avons un dégagement de 673^{Cal}, c'est-à-dire le même nombre de calories que dans la combustion totale du glucose. En effet l'oxydation de l'alcool en acide acétique dégage $232^{Cal},6$; l'oxydation du méthane en acide formique 303^{Cal}; l'oxydation de l'hydrogène, provenant de l'acide formique, en eau $137^{Cal},6$. Total $673^{Cal},2$.

» Gautier, puis Stoklasa appliquent à l'organisme animal l'idée de

Pasteur sur la respiration anaérobie, comprise dans le sens d'une mise en liberté d'énergie par des processus analogues aux fermentations sans intervention de l'oxygène extérieur. Les données de la Thermochimie que nous venons de rapporter montrent que dans les réactions de dédoublement du glucose on a un dégagement très faible de chaleur de combustion. L'idée de la respiration anaérobie comme source importante d'énergie pour les animaux supérieurs n'est pas admissible.

» Notre théorie s'appuie, en outre, sur le fait que les corps organiques, traités par les agents oxydants les plus énergiques, ne perdent jamais complètement leur carbone à l'état d'acide carbonique. D'autre part, on sait que les enzymes oxydantes agissent généralement sur les substances oxydables en leur enlevant deux atomes d'hydrogène, pour les remplacer le plus souvent par un atome d'oxygène. C'est donc une action tout à fait analogue à celle qui s'observe dans l'oxydation de l'alcool, du méthane et de l'hydrogène dans notre schéma de la dégradation du glucose. »

M. **Levesque** adresse un Mémoire relatif à un « nouvel anémomètre de pression ».

(Commissaires : MM. Mascart, Bouquet de la Grye.)

M. **Millot** adresse, par l'entremise du Ministère de la Marine, un « Mémoire sur des documents chinois signalant la présence de baleines sur les côtes de la province de Canton jusqu'au commencement du XIXe siècle, décrivant la pêche des baleines et prouvant que le dragon, en tant qu'animal vivant, est, pour les populations des côtes méridionales de la Chine, la baleine et non quelque serpent de mer ». (Avec deux pièces annexes.)

(Renvoi à l'examen de M. Edmond Perrier.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 MAI 1903.
(Suite.)

Beiträge zur Syphilis-Forschung, herausgegeb. v. Dr MAX VON NIESSEN, I-VII. Texte allemand et traduction en français en regard. Wiesbaden, chez l'auteur, 1900; 1 vol. in-4°. (Ouvrage adressé pour le concours du prix Osiris, après la clôture du concours.)

Beitrag zur Erforschung des wahren Wesens der Weltdinge, von WILHELM JASTER. Hambourg, chez l'auteur, 1903; 1 fasc. in-8°.

Was ist das Leben? Eine neue Erklärung der Entstehung und Entwicklung des Lebens auf Erde, von Dr EMIL KOENIG. Ausgabe II : *Für Aerzte.* Hambourg, Pfalz, chez l'auteur, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Akustika; sepsal c. k. dvorni rada Dr CENEK STROUHAL. Prague, 1902; 1 vol. in-8°.

Uvod da analytické Geometrie v rovine; sepsal c. k. dvorni rada Dr F.-J. STUDNICKA. Prague, 1902; 1 vol. in-8°.

The new star in Gemini, by GEORGE-E. HALE. (The Yerkes Observatory of the University of Chicago: *Bulletin,* n° 19.) Chicago, 1903; 1 fasc. in-8°.

Report of the Meteorological Council, for the year ending 31st *of march* 1902, to the President and Council of the Royal Society. Londres, 1902; 1 vol. in-8°.

The Institution of mechanical Engineers. List of members, march 1903. Londres; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 MAI 1903.

Exposition universelle internationale de 1900. *Rapport général administratif et technique,* par M. ALFRED PICARD, Membre de l'Institut; t. II. Paris, Imprimerie nationale, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté en hommage par l'auteur.)

Calcul de l'heure et de la hauteur d'une pleine mer au moyen des constantes harmoniques, par M. ROLLET DE L'ISLE. Paris, Imprimerie nationale, 1903; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Hatt.)

Instructions météorologiques, par ALFRED ANGOT, 4e édition entièrement refondue. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. MASCART, Directeur du Bureau central météorologique; année 1900: I. *Mémoires;* III. *Pluies en France.* Paris, Gauthier-Villars, 1902; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Exposé synthétique des principes fondamentaux de la Nomographie, par M. MAURICE D'OCAGNE. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 fasc. in-4°.

Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, publiées par les Professeurs; 3e série, t. IV. Paris, Gauthier-Villars, 1902; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; t. I (1855) à t. XXX (1884); 2e série, t. I (1885) à t. XVIII (1902); t. XIX, nos 1-9. Paris, 1855-1903; 48 vol. et 9 fasc. in-8°. (Offert par le Colonel Laussedat, président de la Société.)

Laboratoire d'essais de la Société française de Photographie : Mémoires et documents; t. I, II. Paris, Gauthier-Villars, 1893-1901; 2 vol. in-8°.

Bulletin de la Société philomathique de Paris; 9e série, t. V, n° 1, 1902-1903. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société mathématique de France; t. XXXI, fasc. 1. Paris, 1903; 1 fasc. in-8°.

L'Éclipse de Lune du 11 *avril* 1903 *à la tour Eiffel,* par LUCIEN LIBERT. Le Havre, imp. H. Micaux, 1903; 1 fasc. in-8°.

Paris-Fêtes-Club. Exposé. Paris, imp. L. Wehrel, 1903; 1 fasc. in-12.

International catalogue of scientific literature, first annual issue : Vol. X. I. *Geography mathematical and physical;* Vol. XI. G. *Mineralogy including petrology and cristallography;* Vol. XII. *Geology; List of Journals.* Londres, Harrison et fils; Paris, Gauthier-Villars; Iéna, Gustav Fischer, 1903; 4 vol. in-8°.

Estudio sobre los movimientos de los planetas, por D. MANUEL GOMEZ VIDAL. Madrid, 1902; 1 vol. in-8°.

Trisectio arcus et anguli, J.-W.-Th. OLAN. s. l. 1903; 1 fasc. in-4° oblong.

Les causes d'erreur dans l'étude des empreintes végétales, par CH. BOMMER. (*Nouveaux Mémoires de la Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydr,* fasc. 1, 1903.) Bruxelles, 1903; 1 fasc. in-4°.

Les Nipadites des couches d'Eocène de la Belgique, par A.-C. SEWARD et E.-A.-N. ARBER. (Extr. des *Mém. du Musée royal d'Hist. nat. de Belgique,* t. II, année 1903.) Bruxelles; 1 fasc. in-4°.

Reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti. Série II : Vol. XXXV; Vol. XXXVI, fasc. 1-5. Milan, 1902-1903; 1 vol. et 4 fasc. in-8°.

Reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere. Indice generale dei lavori dal 1889 *al* 1900, *con le aggiunte e correzioni all'Indice generale* 1803-1888, compilato per cura della Prezidenza. Milan, Ulrico Hoepli, 1902; 1 fasc. in-8°.

Societa Reale di Napoli. Atti della reale Accademia delle Scienze fisische e matematiche. Série II; Vol. XI, con 12 tavole. Naples, 1902; 1 vol. in-4°.

Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando, pub. por el Director don JUAN VINIEGRA; Seccion 2a. *Observaciones meteorologicas, magneticas y seismicas,* ano 1900. San-Fernando, 1901; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 MAI 1903.

Notice sur les travaux scientifiques de M. MUNIER-CHALMAS. Lille, Le Bigot frères, 1903; 1 fasc. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. CHARLES BARROIS, 1873-1897. Lille, Le Bigot frères, 1897; 1 fasc. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. A. LACROIX. Paris, Ch. Béranger, 1903; 1 fasc. in-4°.

Titres et travaux scientifiques de M. MARCELLIN BOULE. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 fasc. in-4°.

Notices sur les travaux scientifiques de M. LOUIS DE LAUNAY. Rennes, Fr. Simon, 1903; 1 fasc. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. FRÉD. WALLERANT. Paris, G. Steinheil, 1903; 1 fasc. in-4°.

École nationale des Ponts et Chaussées. Collection de dessins distribués aux Élèves; t. IV, 4e et 5e, 30e et 31e livraisons; 10e serie. *Moteurs à vapeur.* Paris, Imprimerie nationale, 1901-1902. Texte: 2 fasc. in-8°. Planches: 2 fasc. in-f°.

Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde de juin 1901 *à mai* 1902; Note de M. G. RAYET. Bordeaux, 1902; 1 fasc. in-8°.

Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; année 1901-1902. Paris, Bordeaux, 1902; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 6e série, t. II, 1er cahier. Paris, Bordeaux, 1903; 1 fasc. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1901-1902. Rouen, 1903; 1 vol. in-8°.

Sketches from the life of Edward Frankland, born january 18, 1825, *died august* 9, 1899; edited and concluded by his two daughters M. N. W. and S. J. C. Londres, Spottiswoode et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage des auteurs M. Samuel West et M. J. Colenso.)

Memorie di anatomia e di embriologia dedicate al prof. Guglielmo Romiti in Pisa, 5 marzo 1903. Florence, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. G. Romiti.)

Études sur la contraction tonique du muscle strié et ses excitants, par Mlle J. IOTEYKO. Bruxelles, 1903; 1 fasc. in-8°.

Principii di suggestione terapeutica, GUSTAVO MALUTA; seconda edizione rifatta. Padoue, 1903; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JUIN 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle relation générale entre les forces électromotrices des dissolutions salines;* par M. **Berthelot.**

« Les forces électromotrices développées par les réactions comparées d'un acide sur une base, et du sel correspondant sur l'acide et sur la base qui concourent à le former, sont liées entre elles par une loi que j'ai établie à l'aide d'expériences multipliées exécutées sur dix acides et deux bases différentes, chaque élément de pile étant terminé par deux électrodes identiques; douze métaux différents ont été employés comme électrodes.

» J'ai pensé dès le début que cette loi devait représenter un cas particulier d'une relation semblable encore plus générale, applicable aux systèmes constitués par trois électrolytes distincts, tels que A, B, AB : je veux dire trois composés appartenant au type salin normal, et envisagés sous des concentrations chimiquement équivalentes (¹).

» L'existence de cette relation a été constatée numériquement avec des éléments de pile à deux liquides, séparés par un vase poreux. D'après ces déterminations :

» L'élément A + B, constitué par les deux dissolutions A et B, séparées par un vase poreux, ayant une force électromotrice E,

---

(¹) Par exemple, A renferme 1 équivalent dissous dans 5 litres : soit pour les corps bivalents, 1 molécule dans 10 litres. De même B.

AB est préparé en mélangeant à l'avance A et B à volumes égaux.

Pour préparer A + AB on prend avec A, 1 équivalent dissous dans 10 litres.

De même avec B, pour préparer B + AB.

» L'élément A + AB, constitué par les deux dissolutions A et AB, ayant une force ε_1,

» Et l'élément B + AB, constitué par les deux dissolutions B et AB, ayant une force ε_2,

» On observe la relation : $E = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$.

» Les expériences qui suivent montrent dans quelles limites cette loi a pu être vérifiée : en opérant soit avec deux sels chimiquement neutres, soit avec un acide et un sel, une base et un sel, les acides et les bases appartenant aux groupes des acides forts et des bases fortes, ou des acides faibles et des bases faibles;

» C'est-à-dire les sels formés appartenant soit au groupe des sels simples, soit au groupe des sels doubles, sensiblement stables en présence de l'eau, soit au groupe des sels simples dissociables par l'eau d'une façon plus ou moins complète en acide et base, et à celui des sels doubles dissociables en sels simples.

» On sait que ces distinctions, qui résultent d'une façon très nette des mesures et théories thermochimiques (¹), ont été traduites, dans un langage inverse en Électrochimie, par le nombre inégal des ions réputés libres.

» Les conséquences de ces deux ordres de théories, thermochimiques ou électrochimiques, en ce qui touche la force relative des acides et des bases, sont d'ailleurs identiques. Elles sont fort importantes quand il s'agit de rechercher l'origine des énergies dépensées dans les travaux électrolytiques extérieurs de la pile, et notamment pour reconnaître si ces énergies sont tirées des réactions chimiques intérieures de la pile, ou bien empruntées aux milieux ambiants. Il y a d'ailleurs toujours courant avec ces différentes piles.

» J'ai également examiné le cas des piles d'oxydation.

» J'ajouterai que la relation générale qui précède cesse d'être applicable régulièrement, lorsqu'il se produit aux électrodes des gaz, ou des précipités, métaux ou oxydes notamment : ce qui arrive, par exemple, lorsque des électrodes de zinc se trouvent en contact avec des sels de cuivre, des électrodes de mercure en contact avec des sels de cuivre, ou bien encore des électrodes de zinc en contact avec des acides et surtout avec des liqueurs alcalines.

» Les conditions où les mesures exactes des forces électromotrices peuvent être obtenues exigent beaucoup d'attention, à cause de la polarisation plus ou moins rapide des électrodes; elles ont été définies avec soin dans mes précédents Mémoires. Je mon-

(¹) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 196 et suiv.; p. 276 et suiv., 1879.

trerai bientôt comment cette exactitude peut être contrôlée avec des électrodes métalliques quelconques, en vertu des lois connues de l'Électrochimie.

I. *Première famille.* — SELS D'ACIDES FORTS. THERMONEUTRALITÉ DES MÉLANGES.

» 1. $SO^4Zn = A$, $SO^4Cu = B$, $SO^4Zn.SO^4Cu = AB$. Ions acides identiques. Acide fort.

» 2 électrodes de platine :

A + B	A + AB	B + AB
E = 0^{volt},05(A +)	ε_1 = 0,03(A +)	ε_2 = 0,013(AB +) (inversion rapide).

0,05................ 0,03 + 0,013 = 0,043; loi vérifiée.

» 2 électrodes de cuivre :

A + B	A + AB	B + AB
0^{volt},05(B +)	0,06(AB +)	0,02(B +)

0,06 — 0,02 = 0,04; loi vérifiée.

» Avec 2 électrodes de zinc, il y a précipitation de cuivre. Cependant les chiffres observés, très petits d'ailleurs, donnent encore au début une vérification approchée.

» 2. $ZnCl^2 = A$, $SO^4Cu = B$, $ZnCl^2.SO^4Cu = AB$. Tous les ions sont différents. Acides forts.

» 2 électrodes de platine :

A + B	A + AB	B + AB
0^{volt},06(A +)	0,025(AB +)	0,09(AB +)

0,09 — 0,025 = 0,065; loi vérifiée.

» 2 électrodes de cuivre.

A + B	A + AB	B + AB
0^{volt},15(A +)	0,01(A +)	0,13(AB +)

0,01 + 0,13 = 0,14; loi vérifiée.

» Voici encore un exemple digne de quelque intérêt, parce qu'il s'agit d'un ion métallique identique dans les deux sels réagissants.

» 3. $HgCl^2 = A$; $HgCy^2 = B$.

» 2 électrodes de platine :

A + B	A + AB	B + AB
0,32 (A +)	0,02 (AB +)	0,33 (AB +)

0,33 — 0,02 = 0,31; loi vérifiée.

» 2 électrodes de cuivre.

» La précipitation rapide du mercure sur le cuivre empêche toute mesure exacte.

» 2 électrodes de mercure :

A + B	A + AB	B + AB
0,18 (A +)	0,016 (A +)	0,155 (AB +)

0,155 + 0,016 = 0,171; loi vérifiée.

» Dans la dernière expérience, les électrodes ne sauraient être regardées comme impolarisables, attendu qu'il se forme, comme dans plusieurs des suivantes d'ailleurs, du chlorure mercureux insoluble au contact du mercure. En général l'emploi d'un métal plongé dans une solution de son sel ne donne d'électrodes impolarisables qu'entre certaines limites de forces électromotrices, toutes les fois qu'en faisant varier la grandeur de celles-ci on peut déterminer plusieurs réactions successives ou simultanées; chacune de celles-ci se développant à partir d'une force électromotrice minima (¹).

» Les exemples précédents se rapportent à des cas nets et typiques de sels formés par des acides forts, dont le mélange donne lieu à des phénomènes thermiques très faibles et dont l'état de dissociation ne paraît guère influencé par la dilution, non plus que celui des sels doubles cristallisés correspondants; ces derniers étant à peu près entièrement séparés dans l'état dissous. En d'autres termes, les effets thermiques des actions chimiques intérieures de la pile étant à peu près compensés, la famille de piles dont il s'agit exerce principalement son énergie extérieure en l'empruntant aux milieux ambiants.

II. *Deuxième famille.* — Sels d'acide faibles : dissociation des sels dissous.

» Dans l'étude des piles de cette famille, les influences du milieu ambiant jouent, pour rétablir l'équilibre de température, un rôle plus grand encore que dans la famille précédente ; les dissociations s'accomplissant au sein des dissolutions avec absorption de chaleur. Ceci m'a amené à examiner spécialement l'action réciproque, à l'état dissous, de deux sels réputés neutres d'après leurs rapports équivalents, mais formés d'acide et de base de force inégale, et dès lors dissociés par l'eau d'une façon inégale ; telle que leur mélange donne lieu à des phénomènes thermiques, c'est-

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXVII, 1882, p. 98.

à-dire, je le répète, à une absorption de chaleur considérable; parce que l'acide le plus fort tend à s'unir de préférence à la base la plus forte, laissant la base faible à l'acide faible. (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 711, 717, 720, etc.) Voilà ce qui se produit, par exemple, lorsqu'on mélange deux dissolutions étendues, renfermant, l'une, du chlorhydrate d'ammoniaque, $2AmCl$, et l'autre, du borax, $B^2O^7Na^2$. On obtient immédiatement une absorption de $-4^{Cal},50$; attribuable à l'échange des bases et des acides, le chlorure de sodium se produisant de préférence aux dépens du borate de sodium, qui est transformé en borate d'ammoniaque. L'absorption de chaleur est due à ce qu'il y a accroissement de dissociation dans le système, le borate d'ammoniaque étant plus dissocié que le borate de soude, comme on peut le démontrer d'ailleurs par voie directe, en étudiant la dilution de chacun de ces sels séparément. Cependant la transformation n'est pas complète, et il se produit un certain équilibre; car le mélange inverse de $2NaCl$ avec $B^2O^7Am^2$ absorbe $-0^{Cal},96$; quantité cinq fois aussi petite que la précédente : ce qui signifie que la répartition prédominante attribue la majeure partie du sodium au chlore.

» Mêmes observations pour la répartition entre les acides carbonique et chlorhydrique, des deux bases, soude et ammoniaque :

» $CO^3Na^2 + 2AmCl$ absorbent $-6^{Cal},12$; et le système inverse: $CO^3Am^2 + NaCl$: $-0^{Cal},04$; c'est-à-dire l'acide fort s'empare presque exclusivement de la base forte.

» Il résulte de ces observations que les piles, dans la constitution desquelles interviennent les sels des acides faibles et des bases faibles, tendent sans cesse à se refroidir; à mesure que les réactions chimiques intérieures s'effectuent peu à peu par l'intermédiaire de la paroi du vase poreux. Ces piles sont essentiellement endothermiques, leur courant et le travail extérieur de leurs énergies devant être incessamment entretenus aux dépens des milieux ambiants.

» Voici les forces électromotrices observées avec cette famille de piles.

» 4. $2AmCl = A$; Borax : $B^2O^7Na^2 = B$; $AmCl.B^2O^7Na^2 = AB$.

» Tous ions différents.

» 2 électrodes de platine :

A + B	A + AB	B + AB
$0^{volt},22$ (A +)	0,25 (A +)	0,015 (B +) (¹)

0,25 — 0,015 = 0,235; loi vérifiée.

(¹) A l'instant du début AB +, mais inversion immédiate.

» 2 électrodes de cuivre :

A + B	A + AB	B + AB
0,02 (A +)	0,16 (A +)	0,19 (B +)

0,19 — 0,16 = 0,03; loi vérifiée.

» 2 électrodes de zinc :

A + B	A + AB	B + AB
0,31 (B +)	0,09 (A +)	0,39 (B +)

0,39 — 0,09 = 0,30; loi vérifiée.

» 5. $2NaCl = A$; $B^2O^7Am^2 = B$; $NaCl.B^2O^7Am^2 = AB$, système réciproque au précédent et qui tend vers le même équilibre.

» 2 électrodes de platine :

A + B	A + AB	B + AB
0,33 (A +)	0,31 (A +)	0,004 (B +) d'abord, puis aussitôt inversion 0,002 (AB +)

0,31 + 0,002 = 0,31; loi vérifiée.

» 2 électrodes de cuivre :

A + B	A + AB	B + AB
0,21 (A +)	0,18 (A +)	0,002 (B +)

0,18 est voisin de 0,21.

» Avec les électrodes de zinc, l'accord est moins bon, le zinc étant attaqué par la liqueur alcaline.

» En somme, malgré la double décomposition et l'inégale répartition des ions, la loi se vérifie encore suffisamment.

» 6. $2NaCl = A$; $CO^3Am^2 = B$. — Tous ions différents.

» 2 électrodes de platine :

A + B	A + AB	B + AB
0^{volt},31 (A +)	0,31 (A +)	0,002 (A +)

Loi vérifiée.

» 2 électrodes de cuivre :

0,22 (A +)	0,25 (A +)	0,00 (AB +)

Loi vérifiée.

» 2 électrodes de zinc :

0,18 (A +)	0,19 (A +)	0,002 (AB +)

Loi vérifiée.

» Dans les piles constituées soit avec le borate d'ammoniaque [5], soit avec le carbonate d'ammoniaque [6], on remarquera que la force électromotrice du système A + AB est sensiblement la même que celle du système B + AB, le système B + AB donnant des forces presque nulles. Ceci doit être rapproché d'un résultat analogue, observé plus loin avec les piles de la famille IV, où figure une base libre. En effet, les dissolutions étendues du carbonate et du borate d'ammoniaque sont en grande partie dissociées, avec mise en liberté d'ammoniaque. Dès lors le mélange AB renferme déjà une proportion notable de base libre, et l'addition de la nouvelle dose contenue dans B ne modifie guère la force électromotrice du système; celle-ci ayant déjà subi l'influence de la base libre sur le sel réellement combiné qui subsistait dans les liqueurs; cette action varie d'ailleurs fort peu avec la dilution dans les liqueurs étendues.

» 7. $2\,AmCl = A$; $CO^3Na^2 = B$.

» 2 électrodes de platine :

A + B	A + AB	B + AB
0,29 (A +)	0,25 (A +)	0,03 (AB +)

0,25 + 0,03 = 0,28; loi vérifiée.

» 2 électrodes de cuivre :

0,15 (A +)	0,24 (A +)	0,12 (B +)

0,24 — 0,12 = 0,12; loi vérifiée.

» 2 électrodes de zinc :

0,25 (B +)	0,05 (AB +)	0,15 (B +)

0,05 + 0,15 = 0,20; loi à peu près vérifiée, malgré l'attaque du zinc.

III. *Troisième famille.* — ACIDE + SEL NEUTRE D'ACIDE FORT.

» Examinons maintenant les systèmes formés par un acide et un sel neutre. Dans les cas où il s'agit d'acides forts, la chaleur, qui mesure l'énergie développée lors du mélange des deux dissolutions, est presque

nulle pour les deux acides monovalents; elle est plus sensible, mais souvent négative en apparence, lors des acides bibasiques. L'énergie des travaux extérieurs que de semblables piles sont susceptibles de produire sera donc empruntée aux milieux ambiants.

» Disons encore que les systèmes de ce groupe manifestent des phénomènes rapides de polarisation.

» 8. HCl = A; NaCl = B. — Ion acide identique.

» 2 électrodes de platine :

A + B	A + AB	B + AB
$0^{volt},18$ (A +)	0,015 (A +)	0,20 (B +)

0,20 — 0,015 = 0,185; loi vérifiée.

» 2 électrodes de cuivre :

$0^{volt},024$ (B +)	0,01 (A +)	0,03 (B +)

0,03 — 0,01 = 0,02; loi vérifiée.

» 9. $SO^4H^2 = A$; $SO^4Na^2 = B$. — Ion acide identique.

» 2 électrodes de platine :

A + B	A + AB	B + AB
$0^{volt},22$ (A +)	0,01 (A +)	0,21 (AB +)

0,01 + 0,21 = 0,22; loi vérifiée.

» 2 électrodes de cuivre :

$0^{volt},015$ (B +)	0,002 A + puis inversion 0,002 B +	0,015 (B +) loi vérifiée.

» L'électrode de zinc est attaqué trop vite pour se prêter à des mesures.

» 10. HCl = A; AmCl = B. Ion acide identique.

» 2 électrodes de platine :

A + B	A + AB	B + AB
0,233 (A +)	0,007 (A +)	0,227 (AB +)

0,227 + 0,007 = 0,234; loi vérifiée.

» 2 électrodes de zinc :

0,046 (B +)	0,020 (AB +)	0,048 (B +)

0,048 + 0,020 = 0,068.

Loi à peu près vérifiée. Attaque du zinc par HCl.

» 2 électrodes de cuivre :

0,060(B +) | 0,018(AB +) | 0,050(B +)
0,050 + 0,018 = 0,068; loi vérifiée.

» 11. $2HCl = A$; $SO^4Na^2 = B$. — Tous ions différents.
» 2 électrodes de platine :

	A + AB	
A + B	0,004(A +)	B + AB
0,21(A +)	puis inversion	0,204(AB +)
	0,008(B +)	

0,204 + 0,004 = 0,208; loi vérifiée.

» Les électrodes de zinc et de cuivre donnent des nombres trop variables, à cause de l'attaque des métaux, avec le contact de l'air.
» 12. $SO^4H^2 = A$; $2NaCl = B$.
» 2 électrodes de platine :

0,17(A +) | 0,00 | 0,20(AB +); loi à peu près vérifiée.

» 2 électrodes de zinc :

0,15(B +) | 0,04(AB +) | 0,09(B +); loi vérifiée.

» Observons que les quatre groupes (SO^4H^2, SO^4Na^2), (HCl, NaCl), (SO^4H^2, 2NaCl), (SO^4Na^2, 2HCl) fournissent des valeurs de forces électromotrices fort voisines, lorsqu'on emploie des électrodes de platine.

» Dans les piles constituées par la réaction d'un acide sur son sel, un grand rapprochement existe, pour la plupart des cas, entre la force électromotrice du système A + B et celle du système B + AB, en même temps que le système A + AB fournit de faibles valeurs. Cela signifie, conformément à ce qui a été dit pour les bases dans la section II, que l'influence de l'acide sur le sel neutre dans la section III, au point de vue des forces électromotrices, a déjà été développée en majeure partie lors du mélange AB.

IV. *Quatrième famille.* — Base + sel neutre d'acide fort.

» Au point de vue purement chimique, dans l'état dissous, il ne paraît pas y avoir ici d'action notable, la chaleur dégagée étant presque nulle.

Cependant les forces électromotrices du système A + B sont souvent considérables. Il résulte de ce rapprochement que le courant et le travail électrolytique extérieur de ces piles empruntent surtout l'énergie nécessaire pour les entretenir aux milieux ambiants. Voici maintenant mes observations :

» 13. $NaCl = A$; $NaOH = B$. — Même ion basique.

» 2 électrodes de platine :

A + B	A + AB	B + AB
0,38 (A +)	0,37 (A +)	0,01 (B +)

0,37 — 0,01 = 0,36; loi vérifiée.

» 2 électrodes de cuivre :

0,08 (A +)	0,09 (A +)	0,005 (AB +)

0,09 + 0,005 = 0,095; loi vérifiée.

» 14. $AmCl = A$; $AzH^3 = B$.

» 2 électrodes de platine :

A + B	A + AB	B + AB
0,30 (A +)	0,28 (A +)	0,02 (AB +)

0,28 + 0,02 = 0,30; loi vérifiée.

» 2 électrodes de zinc :

0,22 (A +)	0,185 (A +)	0,047 (AB +)

0,185 + 0,047 = 0,232; loi vérifiée.

» 2 électrodes de cuivre :

0,27 (A +)	0,28 (A +)	0,02 (B +)

0,28 — 0,02 = 0,26; loi vérifiée.

» La presque identité de la force électromotrice du système A + AB avec celle du système A + B, comparée avec les très petites valeurs de B + AB, dans les piles constituées par la réaction d'une base sur son sel neutre mérite attention. Il en résulte, en effet, que l'influence de la base sur la force électromotrice de son sel neutre, influence très notable surtout avec des électrodes de platine, s'épuise dans la formation du mélange AB; un excès de la base devenant presque inactif à cet égard.

» 15. AmCl = A; NaOH = B.

» 2 électrodes de platine :

A + B	A + AB	B + AB
$0^{volt},25$ (A +)	0,22 (A +)	0,07 (AB +)

0,22 + 0,07 = 0,29 (nombre voisin de 0,25).

» 2 électrodes de zinc :

$0^{volt},31$	0,20	0,13

0,20 + 0,13 = 0,33; loi vérifiée.

» 2 électrodes de cuivre :

$0^{volt},09$ (A +)	0,24 (A +)	0,15 (B +)

0,24 — 0,15 = 0,09; loi vérifiée.

» Dans le système 15, la réaction A + B est exothermique, AzH^3 étant déplacée par NaOH avec dégagement de $+1^{Cal},3$; ce qui le distingue des systèmes 13 et 14.

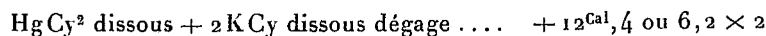
V. *Cinquième famille.* — Sels doubles stables dans l'état dissous.

» Les sels doubles sont formés en général avec dégagement de chaleur dans l'état solide; dégagement considérable pour certains cas, faible pour d'autres. Mais dans la plupart des cas la Thermochimie établit qu'ils sont dissociés par l'action de l'eau qui les dissout; de telle sorte qu'il ne subsiste plus guère dans cet état que des sels simples simplement mélangés (sauf quelque petite portion combinée). Dans les systèmes dissous de cette espèce, les ions de chaque sel se manifestent surtout comme séparés, lors de l'électrolyse.

» Cependant il existe un certain nombre de sels doubles stables, même dans les dissolutions étendues, et susceptibles dès lors de donner lieu à des dégagements de chaleur notable par le mélange de ces dissolutions. Tels sont en particulier les cyanures doubles, les chlorures doubles du mercure et du potassium et divers autres, dont j'ai fait ailleurs une étude approfondie. Pour les sels de ce genre, la conductibilité électrolytique met en évidence des ions complexes, ultérieurement dissociables d'ailleurs. Leur examen m'a paru mériter d'être approfondi, pour bien définir l'étendue de la loi que j'étudie en ce moment. J'ai choisi les composés suivants, comme typiques,

et j'indique ici la chaleur dégagée par l'action réciproque de leurs composants dissous, dans les systèmes dont j'ai mesuré la force électromotrice.

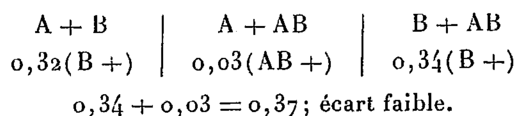
» 16. *Cyanure double de mercure et de potassium :* $HgCy^2 . 2KCy$.



$HgCy^2$ dissous + 2 K Cy dissous dégage .... $+12^{Cal},4$ ou $6,2 \times 2$

» La pile constituée par cette réaction est exothermique, au même titre que celle qui résulte de l'action d'un acide sur une base.

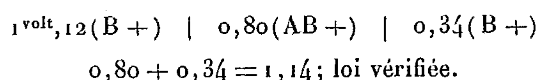
» 2 électrodes de platine :



A + B	A + AB	B + AB
0,32(B +)	0,03(AB +)	0,34(B +)

0,34 + 0,03 = 0,37; écart faible.

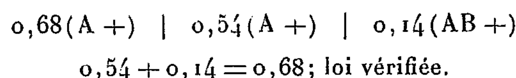
» 2 électrodes de cuivre (¹) :



1^{volt},12(B +) | 0,80(AB +) | 0,34(B +)

0,80 + 0,34 = 1,14; loi vérifiée.

» 2 électrodes de mercure :



0,68(A +) | 0,54(A +) | 0,14(AB +)

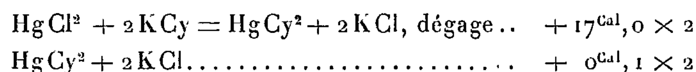
0,54 + 0,14 = 0,68; loi vérifiée.

» L'emploi des électrodes de mercure dans cette expérience et dans celles qui suivent offre cet avantage que l'une d'elles au moins est souvent impolarisable. Mais un tel emploi exige certaines précautions.

» J'avais d'abord opéré en plaçant les deux liqueurs dans deux vases séparés, mis en communication par uu tube capillaire libre, recourbé en siphon. Mais ce procédé ne m'a pas fourni de résultats réguliers, en raison de la variabilité des contacts des deux liquides avec la liqueur contenue dans le siphon et qui tend à en sortir. J'ai préféré opérer, comme à l'ordinaire, avec deux vases concentriques, dont le vase intérieur poreux. Dans ce cas, on dispose à l'avance comme électrodes deux tubes à réaction coupés, au fond desquels on place une couche très épaisse de mercure, dans laquelle plonge un tube de verre capillaire, soudé avec un fil de platine dont les extrémités sont libres. Mais il convient alors d'observer les plus grandes précautions pour que les liquides aqueux ne pénètrent pas dans l'espace qui sépare le mercure du tube de verre. Autrement on s'exposerait à observer la force électromotrice résultant du contact du platine avec le liquide.

(¹) Il y a dépôt de mercure sur une électrode.

» Voici maintenant deux systèmes réciproques constitués par les deux dissolutions :



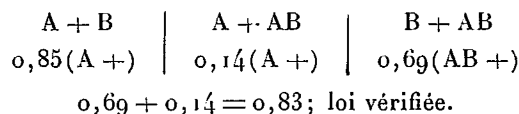
$HgCl^2 + 2KCy = HgCy^2 + 2KCl$, dégage .. $+17^{Cal},0 \times 2$
$HgCy^2 + 2KCl$ .... $+ 0^{Cal},1 \times 2$

» 17. *Chlorure de mercure et cyanure de potassium :*



$HgCl^2 = A$; $2KCy = B$.

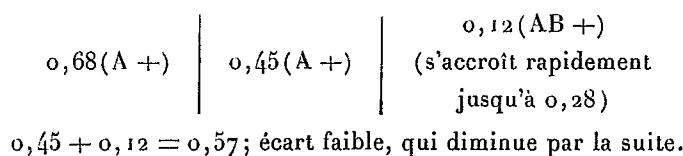
» 2 électrodes de mercure :



A + B	A + AB	B + AB
0,85(A +)	0,14(A +)	0,69(AB +)

0,69 + 0,14 = 0,83; loi vérifiée.

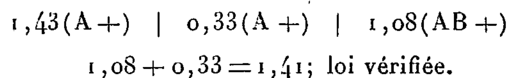
» 2 électrodes de platine :



0,68(A +)	0,45(A +)	0,12(AB +) (s'accroît rapidement jusqu'à 0,28)

0,45 + 0,12 = 0,57; écart faible, qui diminue par la suite.

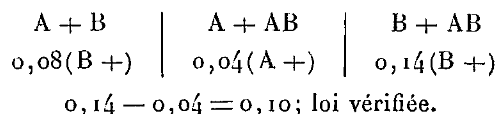
» 2 électrodes de cuivre :



1,43(A +)	0,33(A +)	1,08(AB +)

1,08 + 0,33 = 1,41; loi vérifiée.

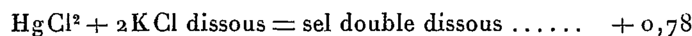
» 18. $HgCy^2 = A$; $2KCl = B$.
» 2 électrodes de mercure :



A + B	A + AB	B + AB
0,08(B +)	0,04(A +)	0,14(B +)

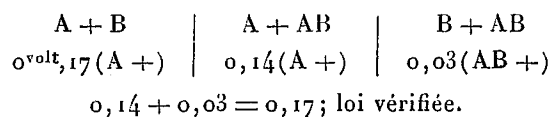
0,14 — 0,04 = 0,10; loi vérifiée.

» 19. *Chlorure double de mercure et de potassium :* $HgCl^2.2KCl$.



$HgCl^2 + 2KCl$ dissous = sel double dissous ...... + 0,78

» 2 électrodes de mercure : $HgCl^2 = A$; $2KCl = B$:



A + B	A + AB	B + AB
$0^{volt},17$(A +)	0,14(A +)	0,03(AB +)

0,14 + 0,03 = 0,17; loi vérifiée.

» Avec les électrodes de platine, on a observé

$$0,40 \quad \text{et} \quad 0,30 + 0,17 = 0,47.$$

L'écart est plus sensible; avec les électrodes de cuivre il y a précipitation de mercure.

» On voit qu'avec les électrodes de platine et les électrodes de cuivre on a observé parfois un écart notable entre les valeurs de E et la somme $\varepsilon_1 + \varepsilon_2$. Cet écart est attribuable en partie, dans le cas du cuivre, à la précipitation du mercure sur une électrode; mais il est dû surtout, dans ce cas et dans celui du platine, à la dissociation de l'ion complexe qui entre dans la constitution du sel double. C'est là d'ailleurs une observation générale pour les sels doubles subsistant au sein des dissolutions : cette dissociation détruit l'ion complexe et modifie ainsi la réciprocité électrolytique entre les systèmes A + B et AB, réciprocité qui existe dans toutes les autres familles étudiées au présent Mémoire.

» Il m'a paru utile de rechercher si une pile constituée d'après la réaction : $HgCl^2 + 2KCy$, était susceptible de produire une électrolyse extérieure visible dans un voltamètre; conformément à ce que le dégagement de chaleur de la réaction $+ 17^{Cal},0$ pour 1 équivalent, et la grande valeur de la force électromotrice mesurée plus haut, $E = 0^{volt},85$, conduisaient à prévoir. J'ai mis en œuvre une pile de 6 éléments.

» J'ai d'abord constaté que lorsqu'on ferme le circuit, cette force baisse rapidement, comme on l'observe d'ordinaire pour la plupart des piles étudiées dans le présent Mémoire, à cause des effets de polarisation : la baisse est même plus rapide que dans le cas des éléments constitués par la réaction d'un acide sur une base. Cependant cette baisse ne va pas jusqu'à annuler la force électromotrice, ni la continuité du courant, et il s'établit au bout de peu de minutes un état presque stationnaire : j'ai déjà insisté sur ces faits. Dans le cas actuel, en opérant avec une résistance extérieure de 10000 ohms, j'ai pu constater dans un voltamètre extérieur, renfermant de l'acide sulfurique étendu et du pyrogallol, sous une pression de $0^m,012$, un dégagement d'hydrogène très net et continu. La pile mise en expérience possédait alors une force électromotrice de $0^{volt},9$, mesurée au cours même de l'opération; valeur supérieure au chiffre $0^{volt},8$, qui détermine le dégagement de l'hydrogène dans le voltamètre ci-dessus. L'intensité correspondant aux conditions de l'expérience est : $i = 0^{amp},000010$ environ, chiffre

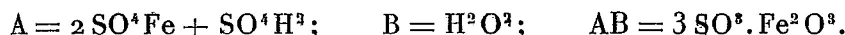
supérieur à la limite qui détermine un dégagement de gaz visible dans ces conditions [1].

» Il résulte de ces faits que la chaleur dégagée par la formation des sels doubles stables en présence de l'eau est utilisable pour les travaux extérieurs d'électrolyse.

VI. *Sixième famille.* — Piles d'oxydation.

» Cette famille mérite une mention particulière, au point de vue des sources de l'énergie mise en jeu dans le travail électrolytique extérieur de la pile. En effet, la réaction chimique intérieure développe ici une quantité de chaleur considérable, telle que $+62^{Cal},2$ par atome d'oxygène fixé dans la réaction qui va être examinée : cette réaction est dès lors susceptible de fournir l'énergie consommée dans les travaux extérieurs de la pile.

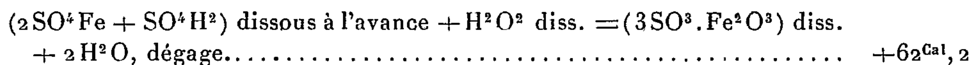
» 20. J'ai choisi un cas simple dans cet ordre de piles dont la constitution est parfois si complexe : c'est la réaction de l'oxygène fourni par l'eau oxygénée sur le sulfate ferreux mélangé d'acide sulfurique, suivant les proportions convenables pour former du sulfate ferrique. Ici



$$A = 2\,SO^4Fe + SO^4H^2; \qquad B = H^2O^2; \qquad AB = 3\,SO^3.Fe^2O^3.$$

L'eau oxygénée étant dissoute dans la proportion de 1^{mol} dans 20^l; SO^4Fe dans 20^l; SO^4H^2 dans 20^l; $3\,SO^3.Fe^2O^3$ dans 60^l.

» La réaction



$(2SO^4Fe + SO^4H^2)$ dissous à l'avance $+ H^2O^2$ diss. $= (3SO^3.Fe^2O^3)$ diss. $+ 2H^2O$, dégage .... $+62^{Cal},2$

» En mesurant les forces électromotrices des trois systèmes ordinaires, on a trouvé :

» 2 électrodes de platine :

A + B	A + AB	B + AB
$0^{volt},13$ (B +)	0,31 (AB +)	0,21 (AB +)

$$0,31 - 0,21 = 0,10.$$

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVII, 7e série, 1902, p. 201.

» Cette valeur est très voisine de 0,13; le faible écart pouvant tenir à l'action propre du platine sur l'eau oxygénée.

» 2 électrodes de mercure (vase poreux):

$$0^{volt},23\,(B+)\ \mid\ 0,19\,(AB+)\ \mid\ 0,04\,(B+)$$

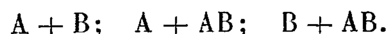
$$0,19 + 0,04 = 0,23; \text{ loi vérifiée.}$$

» 2 électrodes de cuivre :

$$0^{volt},17\,(B+)\ \mid\ 0,03\,(AB+)\ \mid\ 0,15\,(B+)$$

$$0,15 + 0,03 = 0,18; \text{ loi vérifiée.}$$

» L'ensemble de ces expériences vérifie la loi générale relative à la comparaison des systèmes d'électrolytes normaux, c'est-à-dire conformes au type salin ordinaire et constitutifs des piles à deux liquides :



$$A + B; \quad A + AB; \quad B + AB.$$

» La relation concernant l'union des acides et des bases, établie par mes expériences antérieures, représente un corollaire intéressant de la loi générale.

» Les développements qui précèdent montrent que cette dernière loi est indépendante de l'origine thermochimique de la force électromotrice des familles de piles constituées par des systèmes salins. Cette origine paraît au contraire jouer un rôle capital lorsqu'il s'agit de l'intensité des travaux extérieurs et spécialement des électrolyses que les piles sont susceptibles de développer.

» Ainsi, avec les piles à deux liquides, l'énergie dépensée pour les travaux extérieurs d'électrolyse peut être fournie par les réactions chimiques accomplies entre les liquides intérieurs et dans l'épaisseur de la paroi du vase poreux en particulier; c'est-à-dire indépendamment des réactions accomplies aux dépens des électrodes, entre lesquelles on mesure la force électromotrice. Cette distinction est capitale et elle est établie par les trois séries d'expériences que j'ai exposées depuis deux années : les unes effectuées en faisant agir les acides sur les bases (¹), les autres en déterminant une oxydation entre les composés dissous (²), toujours sans faire intervenir

---

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7ᵉ série, t. XXVII, p. 238.

(²) *Ibid.*, p. 289 et suiv.

l'altération chimique des électrodes; les autres enfin en provoquant la formation de sels doubles stables, comme je l'ai montré tout à l'heure. Peut-être n'était-il pas inutile de donner cette démonstration, au point de vue de la théorie générale des piles, ramenée jusqu'ici de préférence aux modifications des électrodes elles-mêmes. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Modifications corrélatives de la formation de l'alcool dans les jus sucrés qui fermentent. Distinction des moûts alcoolisés ou mistelles et des vins de liqueur.* Note de MM. **Armand Gautier** et **G. Halphen**.

« Dans un liquide sucré soumis à la fermentation, quelles sont les modifications qui se produisent à mesure que se forme l'alcool? Apparaît-il des caractères qui permettent de distinguer une liqueur fermentée naturelle d'un liquide artificiellement alcoolisé? Peut-on distinguer les *mistelles*, ou moûts additionnés d'alcool, des *vins de liqueur*, c'est-à-dire des vins résultant de la fermentation partielle des moûts de raisin où persiste une notable partie du sucre primitif, soit que ce sucre ait existé en quantité surabondante dans le jus de raisin, soit que sa fermentation complète ait été arrêtée à un moment donné par addition d'alcool étranger?

» Pour étudier les changements apportés au cours de la fermentation dans les moûts de raisin, nous avons choisi trois cépages aussi différents que possible : la *Clairette blanche*, cépage très sucré qui donne les vins blancs dits *Picardans* et *Blanquettes*; l'*Aramon* (*Ugni noir* ou *Revalaire*) qui fournit abondamment un petit vin rouge clair, et le *Carignan* ou *Catalan*, cépage rouge, donnant un vin très corsé. Nous avons préparé nous-même, à Narbonne, au mois de septembre dernier, les mistelles, vins de liqueur et vins complets avec les raisins choisis de chacun de ces trois cépages.

» Les moûts primitifs contenaient par litre, en sucre de raisin : *Clairette*, 221^g; — *Aramon*, 156^g; — *Carignan*, $187^g,6$.

» Pour les mistelles, les moûts, dès l'expression du raisin frais, furent portés à 15° centésimaux par addition d'alcool de vin rectifié titrant 83°. Pour les vins de liqueur, on laissa la fermentation consommer la moitié du sucre initial des moûts respectifs et l'on ajouta assez d'alcool à 83° pour arrêter toute fermentation en portant leur titre à 15° centésimaux.

» Transportés à Paris à la fin d'octobre, ces liquides furent reconnus n'avoir subi aucune nouvelle fermentation. Ils furent analysés soigneuse-

ment. Pour la solution du problème que nous avions en vue, nous avons pensé qu'il importait d'examiner plus particulièrement :

» *a. Les variations des composés azotés; — b. Les variations de l'acidité volatile et totale; — c. La nature des sucres; — d. Les variations de la glycérine.*

» A. *Variations des composés azotés. Présence dans les moûts et les vins de bases cycliques.* — Pasteur le premier (1858), et d'autres après lui, ont constaté que, lorsque la levure se développe dans un milieu sucré renfermant des sels ammoniacaux et des matières albuminoïdes ou azotées complexes, le développement de cette levure se fait aux dépens des sels d'ammoniaque qui tendent à disparaître. De $0^g,250$ par litre, par exemple, l'ammoniaque tombe à $0^g,005$ après fermentation (*Duclaux, Muntz, Laborde*).

» Il restait à savoir comment dans les moûts de raisins frais procède cette disparition de l'azote ammoniacal; si elle est assez complète et rapide, dès le début, pour permettre de caractériser une fermentation peu avancée, et comment varie, au cours de la fermentation, l'azote sous ses divers états.

» Pour nous en rendre compte, nous avons dosé cet élément dans les mistelles, vins de liqueurs et vins faits provenant des mêmes moûts, sous ses quatre formes : *azote total, azote albuminoïde, azote basique volatil, azote ammoniacal.*

» L'*azote total* a été dosé par le procédé de Kjeldahl avec addition de 1 gramme de SO^4K^2 par centimètre cube d'acide sulfurique.

» Pour l'*azote albuminoïde*, nous nous sommes basés sur l'insolubilité des tartrates d'albuminoïdes (peptones comprises) dans l'alcool à 80° centésimaux (*Errera*), alors que nous avons reconnu que les tartrates des autres bases, même ceux de leucine et de tyrosine, y sont solubles.

» L'*azote basique volatil* a été déplacé au moyen de la magnésie après avoir privé la liqueur d'alcool et d'acide phosphorique (ce dernier par l'acétate neutre de plomb), afin d'éviter la formation du phosphate ammoniaco-magnésien. On a dosé ensuite alcalimétriquement, en présence d'orangé Poirrier, l'ensemble des bases volatiles chassées par la magnésie.

» *L'azote ammoniacal* s'obtient en réacidulant par H Cl la liqueur contenant l'ensemble des bases volatiles, et dosant alors l'ammoniaque à l'état de chloroplatinate; le précipité lavé à l'alcool à 80°, pour enlever les chloroplatinates solubles, est transformé par calcination en platine (1).

(1) On doit corriger le résultat de la solubilité dans l'alcool ($\frac{1}{15000}$ environ) du chloroplatinate d'ammoniaque.

» Les écarts trouvés entre l'azote basique volatil total et l'azote ammoniacal ayant attesté dans toutes nos liqueurs la présence de *bases volatiles organiques*, nous avons cherché à déterminer à quelle famille elles appartenaient. Nous avons été ainsi amenés à constater les faits suivants :

» Si, dans une solution de chlorhydrates de bases additionnée de la moitié du poids d'acétate de soude qui peut la saturer, on fait passer un courant de brome en vapeur (entraîné par l'air ou par CO^2), on observe :

» 1° La formation d'un précipité basique bromé, même avec des traces seulement de bases pyridiques, quinoléiques, hydropyridiques ou polyméthyléniques, telles que l'hexaméthylène-tétramine. La sensibilité de cette réaction permet de retrouver, en moyenne, un poids de ces bases correspondant à 0g,0002 d'azote en 20 cent. cubes de liqueur.

2° Le brome ne précipite ni l'ammoniaque ni les amines acycliques.

» En appliquant ce procédé aux vins et mistelles, on peut distinguer dans les bases chassées par la magnésie la présence constante de termes cycliques. Cette constatation à laquelle on aurait pu s'attendre pour les vins complets et vins de liqueur est imprévue et nouvelle pour les moûts. Elle établit que le raisin, et probablement bien d'autres fruits, élaborent normalement une faible quantité de composés basiques azotés et cycliques.

» Voici nos dosages de l'azote sous ses diverses formes dans les mistelles, vins à demi fermentés et vins complets provenant chacun des mêmes moûts :

		Azote total.	Azote albuminoïde.	Azote basique volatil.	Azote ammoniacal.
		g	g	g	g
I. *Clairette :*	Mistelle	0,155	0,023	0,0046	0,0024
	Vin de liqueur (1)	0,089	»	0,0017	0,0003
	Vin complet	0,052	0,020	0,0012	0,0003
II. *Aramon :*	Mistelle	0,133	0,0336	0,0415	0,0396
	Vin de liqueur	0,106	»	0,005	0,0016
	Vin complet	0,071	0,0281	0,0038	0,0018
III. *Carignan :*	Mistelle	0,196	0,040	0,027	0,022
	Vin de liqueur	0,113	»	0,018	0,004
	Vin complet	0,102	0,043	0,017	0,0022

» Ces résultats obtenus sur trois cépages aussi différents démontrent :

» 1° Que du commencement à la fin de la fermentation l'azote total de

(1) Vins alcoolisés à 15° C. lorsque la moitié du sucre de leur moût a eu disparu par fermentation.

la liqueur (lorsqu'elle a déposé son ferment) va en diminuant, une partie de cet azote servant à constituer de nouvelles cellules de levure;

» 2° Que l'azote ammoniacal tend à disparaître très rapidement et dès le début de la fermentation. Au moment où la moitié du sucre a été transformée en alcool, l'azote ammoniacal atteint déjà un minimum qu'il ne dépassera que de très peu quand la fermentation sera complète;

» 3° L'azote albuminoïde, au contraire, reste sensiblement constant: la levure ne se nourrit à aucun moment, aux dépens des corps protéiques;

» 4° L'azote basique volatil des vins et des moûts n'est jamais uniquement formé d'ammoniaque. Les sels ammoniacaux disparaissent d'abord au point de ne plus donner, la fermentation achevée, que $0^g,002$ d'azote ammoniacal par litre, dans les vins rouges, et une fraction de milligramme dans les clairettes. A cette constatation faite avant nous, nous ajoutons cette importante remarque que l'azote ammoniacal disparaît dès le début de la fermentation, observation d'où résulte un caractère précieux des produits ayant subi une fermentation, même partielle, caractère qu'il est impossible à la fraude de faire disparaître.

» Il existe bien, à la vérité, quelques cépages *rouges*, tels que le Ploussard, et cépages *blancs*, tels que la Clairette, dont les moûts ne fournissent par litre que quatre à cinq milligrammes d'azote basique volatil. Quand on les additionne d'alcool pour en faire des mistelles, celles-ci pourraient être confondues avec des produits ayant partiellement fermenté, si d'autres caractères, que nous verrons plus loin, ne permettaient de les distinguer des vins de liqueurs.

» Quand la fermentation s'est produite dans les moûts dans des conditions anormales, par exemple au-dessus de 30°, les bactéries qui s'y développent peuvent élever la proportion d'azote basique volatil; mais l'augmentation de l'acidité volatile permet de distinguer ces vins des moûts alcoolisés.

» B. *Variations de l'acidité volatile et de l'acidité totale.* — Pour apprécier l'acidité volatile d'un moût ou d'un vin, on peut employer la méthode d'entraînement par la vapeur d'eau à 100°, ou le dosage de l'acidité avant et après la dessiccation complète des liqueurs dans le vide (*Magnier de la Source*). La seconde méthode seule donne de bons résultats. Les deux procédés attestent du reste que, pendant la fermentation, il se produit des acides volatils en quantité d'autant plus grande que la fermentation se prolonge davantage. L'acidité totale augmente en même temps (formation d'acide succinique, etc.) et son accroissement est supérieur à celui de l'acidité volatile.

» Voici, exprimées en SO^4H^2 par litre, les variations de ces deux facteurs dans nos mistelles, vins de liqueur et vins complets issus des mêmes moûts :

Par litre.			Acidité totale.	Acidité volatile par le vide.	Acidité volatile par entraînement à 100°.
			g	g	g
I.	*Clairette :*	Mistelle	2,124	0,000	0,171
		Vin de liqueur	3,078	0,260	0,296
		Vin complet	3,815	»	0,737
II.	*Aramon :*	Mistelle	4,379	0,060	0,060
		Vin de liqueur	5,116	0,170	0,363
		Vin complet	6,677	»	1,043
III.	*Carignan :*	Mistelle	4,531	0,030	0,099
		Vin de liqueur	5,507	0,210	0,296
		Vin complet	5,333	»	0,804

» On voit que dans nos mistelles l'acidité volatile n'atteint jamais 0g,1 par litre, chiffre toujours dépassé dans les vins de liqueurs et *a fortiori* dans les vins. Ce défaut d'acidité volatile est donc caractéristique des liquides non fermentés. Malheureusement, à l'inverse du caractère de la disparition de l'azote ammoniacal, il peut être tourné par le fraudeur.

» Les fermentations anormales peuvent engendrer de l'azote ammoniacal, mais, dans ces cas, il se fait en même temps un excès d'acides volatils (*Laborde, Gayon*) et le liquide, quoique contenant des sels ammoniacaux en proportions notables, ne saurait être confondu avec une mistelle où l'on ne trouve sensiblement pas d'acides volatils.

» C. *Variations des sucres.* — On admet en général la presque égalité entre la glycose et la lévulose dans les moûts de raisins mûrs.

» Pendant la fermentation ordinaire, la glycose est atteinte la première, de sorte que dans un vin en partie fermenté on constate, le plus souvent, un excès de lévulose. Toutefois, de nombreuses causes peuvent faire prédominer dans le moût primitif l'un ou l'autre des deux sucres (maturation, nature des cépages, moisissures, etc.), de sorte que leur dosage ne permet de conclusion ferme que lorsqu'il y a égalité sensible, ce qui autorise, à affirmer qu'il n'y a pas eu fermentation. En effet, la production de 1 degré d'alcool faisant disparaître 17g de sucre $C^6H^{12}O^6$ par litre, quel que soit le ferment alcoolique, l'égalité des sucres, droit et gauche, dans le cas où il y aurait eu fermentation, ne saurait que bien rarement se réaliser, l'un disparaissant toujours plus vite que l'autre.

» D. *Glycérine.* — Son dosage, fait par le procédé Laborde, seul ici

applicable, a fourni pour les trois cépages ci-dessus (mistelles, vins de liqueur et vins complets de mêmes moûts) les nombres suivants :

Par litre.		Glycérine.	Degré d'alcool formé.
		g	o
I. *Clairette :*	Mistelle	0,331	0
	Vin de liqueur	5,15	6,5
	Vin complet	10,04	13,0
II. *Aramon :*	Mistelle	0,388	0
	Vin de liqueur	3,490	4,6
	Vin complet	6,42	9,2
III. *Carignan :*	Mistelle	0,259	0,0
	Vin de liqueur	3,800	5,5
	Vin complet	6,510	11,0

» Ces dosages de glycérine et d'alcool montrent : 1° que les moûts de cépages très différents accusent tous l'existence d'une faible quantité de glycérine préexistant à la fermentation ; 2° que toute production d'alcool est accompagnée de formation de glycérine et que celle-ci se produit, dans une fermentation régulière, à peu près proportionnellement à l'alcool formé.

» *Conclusions.* — En résumé, dès le début de la fermentation alcoolique l'azote ammoniacal disparaît presque complètement des liqueurs sucrées;

» L'azote basique organique augmente ou reste à peu près constant;

» L'azote albuminoïde ne subit pas de variations sensibles ;

» L'azote total diminue ;

» L'acidité volatile augmente dès le début et progresse au cours de la fermentation.

» Cette acidité volatile, qui est toujours inférieure à $0^g,1$ (en SO^4H^2) par litre dans les jus de raisin (Méthode du vide), lorsqu'elle vient à dépasser $0^g,15$, constitue, avec la disparition presque complète de l'azote ammoniacal, la meilleure caractéristique des liqueurs qui ont fermenté.

» On trouve dans les jus de raisin une faible proportion de bases organiques, cycliques et non cycliques, qui augmentent à mesure que la fermentation se poursuit.

» La glycérine existe à l'état de traces dans le jus de raisin; dans les fermentations régulières elle augmente proportionnellement à l'alcool.

» Les mélanges de moûts et de vin faits sont caractérisés par une proportion d'azote ammoniacal supérieure à 5^{mg} par litre, par une acidité volatile dépassant $0^g,1$ et par l'égalité approximative de la glycose et de la lévulose.

» Dans les vins de liqueur proprement dits, l'azote ammoniacal n'atteint pas $0^g,010$ par litre; l'acidité volatile est supérieure à $0^g,1$; enfin il existe une inégalité accentuée entre les poids de glycose et de lévulose. »

MÉCANIQUE. — *Sur la propagation des ondes dans un milieu parfaitement élastique affecté de déformations finies.* Note de M. **P. Duhem**.

« Dans l'état initial auquel sont rapportées les déformations, un point matériel a pour coordonnées a, b, c; il a pour coordonnées x, y, z, dans l'état déformé. Soient

$$x = a + \xi, \qquad y = b + \eta, \qquad z = c + \zeta.$$

En outre, soit, dans l'espace des a, b, c, Σ une surface qui est onde du second ordre pour ξ, η, ζ; le long de cette surface, les dérivées du second ordre de ξ, η, ζ par rapport à a, b, c, t sont discontinues; si l, m, n sont les cosinus directeurs de la normale à la surface Σ, on a

$$\left[\frac{\partial^2 \xi}{\partial a^2}\right]_t^2 = l^2 \mathcal{F}, \qquad \left[\frac{\partial^2 \xi}{\partial a \, \partial b}\right]_t^2 = lm \mathcal{F}, \qquad \ldots, \qquad \left[\frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}\right]_t^2 = \mathfrak{N}^2 \mathcal{F},$$

$\mathfrak{N}$ étant la vitesse de propagation *rapportée à l'espace des* (a, b, c); η, ζ donnent lieu à des égalités analogues, où $\mathcal{G}$, $\mathcal{H}$ remplacent $\mathcal{F}$.

» Si l'on suppose la température invariable dans tout le milieu et si l'on applique les méthodes inaugurées par M. Christoffel et par Hugoniot, on obtient aisément l'important théorème suivant, qui a été donné en premier lieu par M. Hadamard [1] :

Lorsqu'on se donne en un point (a, b, c) *l'état de déformation du milieu et les cosinus* (l, m, n), *il existe seulement trois directions possibles pour le vecteur* $(\mathcal{F}, \mathcal{G}, \mathcal{H})$; *ces trois directions, rectangulaires entre elles, sont les directions d'axes d'une certaine quadrique*

$$(1) \qquad F = 1,$$

où F *est une forme quadratique en* $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$, $\mathcal{H}$, *dont les coefficients dépendent de l'état de déformation du milieu et des cosinus* l, m, n; *à chacune de ces direc-*

---

[1] Hadamard, *Bulletin de la Société mathématique de France*, t. XXX, 19 décembre 1900, p. 50; *Leçons sur la propagation des ondes*, p. 251.

tions du vecteur $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$, $\mathcal{H}$, *correspond une vitesse de propagation* $\mathfrak{N}$, *inverse du demi-axe de la quadrique qui est orienté suivant cette direction.*

» Que devient ce théorème si l'on suppose que la température puisse varier d'un point à l'autre du milieu ? Pour répondre à cette question, il faut faire usage de la condition supplémentaire donnée dans une précédente Communication [1]. On parvient alors au résultat suivant :

» *Lorsque le milieu est bon conducteur de la chaleur, le théorème de M. Hadamard demeure, même si l'on tient compte des variations de la température. Mais dans le cas où le milieu est dénué de conductibilité calorifique, on doit, dans l'énoncé de ce théorème, substituer à la quadrique* (1) *la quadrique*

$$F + Q^2 = 1, \tag{2}$$

où Q *est une forme, linéaire en* $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$, $\mathcal{H}$, *dont les coefficients dépendent de l'état de déformation du milieu et des cosinus* l, m, n.

» M. Hadamard a démontré que la quadrique (1) était un ellipsoïde réel; la quadrique (2) est donc toujours un ellipsoïde réel, concentrique au premier et situé en entier à l'intérieur du premier. Les quadriques (1) et (2) généralisent respectivement, pour les milieux qui nous occupent, les lois de la propagation du son dans les fluides données par Newton et par Laplace.

» A la surface Σ dans l'espace des (a, b, c) correspond une surface S dans l'espace des (x, y, z); la surface S est onde du second ordre pour ξ, η, ζ, considérés comme fonctions de x, y, z. Si α, β, γ sont les cosinus directeurs de la normale à la surface S, on a, en tout point de cette surface,

$$\left[\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2}\right]_1^2 = \alpha^2 \Phi, \qquad \ldots, \qquad \left[\frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}\right] = \mathfrak{N}^2 \Phi$$

et, pour η, ζ, des égalités analogues où Ψ, X remplacent Φ. Aux trois directions que peut prendre le vecteur $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$, $\mathcal{H}$, en tout point de la surface Σ, correspondent, en tout point de la surface S, trois directions possibles du vecteur Φ, Ψ, X; mais, en général, *ces trois directions ne sont plus rectangulaires entre elles,* et cela que le milieu soit bon conducteur ou mauvais conducteur de la chaleur.

» La surface S est onde du premier ordre pour les composantes u, v, w

---

(1) *Sur les équations du mouvement et la relation supplémentaire au sein d'un milieu vitreux* (*Comptes rendus,* t. CXXXVI, 9 février 1903, p. 343).

de la vitesse. On a donc, en tout point de cette surface,

$$\left[\frac{\partial u}{\partial x}\right]_1^2 = \alpha \mathfrak{V}, \qquad \left[\frac{\partial u}{\partial y}\right]_1^2 = \beta \mathfrak{V}, \qquad \left[\frac{\partial u}{\partial z}\right]_1^2 = \gamma \mathfrak{V}, \qquad \left[\frac{\partial u}{\partial t}\right]_1^2 = \mathfrak{U} \mathfrak{V}$$

et, pour v et w, des égalités analogues où $\mathfrak{V}$ est remplacé par $\mathfrak{v}$, $\mathfrak{w}$. Or, on obtient aisément ce théorème remarquable :

» *Les trois quantités* $\mathfrak{V}$, $\mathfrak{v}$, $\mathfrak{w}$ *sont dans un même rapport avec les trois quantités* $\mathfrak{F}$, $\mathfrak{G}$, $\mathfrak{H}$.

» Le vecteur qui, dans l'espace des (a, b, c), sert à déterminer la direction de la perturbation que propage une onde Σ du *second ordre* par rapport à l'*élongation* (ξ, η, ζ), sert également, dans l'espace des (x, y, z), à déterminer la direction de la perturbation que propage la surface S, correspondant à Σ, considérée comme onde du *premier ordre* par rapport à la *vitesse* (u, v, w). *La perturbation d'élongation dans l'espace des* (a, b, c) *est parallèle à la perturbation de vitesse dans l'espace des* (x, y, z).

» Il en résulte que le théorème précédent, qui régit la perturbation de l'élongation en chaque point de la surface Σ, lorsqu'on prend a, b, c pour variables indépendantes, régit la perturbation de vitesse en chaque point de la surface S, lorsqu'on prend x, y, z pour variables indépendantes; *cette dernière perturbation est susceptible, en chaque point de la surface* S, *de trois orientations rectangulaires entre elles; ces orientations sont celles des trois axes de l'ellipsoïde* (1) *si le milieu est bon conducteur de la chaleur, et de l'ellipsoïde* (2) *si le milieu est mauvais conducteur de la chaleur*.

» Dans une prochaine Communication nous montrerons, si l'Académie veut bien nous le permettre, ce que deviennent ces théorèmes pour des milieux très peu déformés. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de M. *Amagat*, élu Membre titulaire.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. Lorentz	obtient	38	suffrages
M. Guillaume	»	3	»

M. **Lorentz**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les résultats obtenus par l'emploi des fusées contre la grêle.* Note de M. **E. Vidal**. (Extrait.)

« Les nouvelles expériences sur le tir des fusées paragrêle démontrent le succès de notre système de défense contre la grêle; presque toutes signalent la disparition des décharges électriques aussitôt après l'éclatement des fusées. La fusée peut donc servir à la fois de paragrêle et de paratonnerre.

» Parmi les observations nouvelles, il en est que nous croyons devoir signaler particulièrement. Les unes sont intéressantes au point de vue des résultats obtenus par les tirs individuels; les autres sont relatives aux premiers tirs collectifs qui aient été exécutés avec nos fusées paragrêle. Dans les deux cas, les agriculteurs syndiqués sont parvenus à protéger complètement des surfaces considérables.

» Dans le but de prévenir les accidents que les fusées pourraient causer en retombant au milieu d'exploitations agricoles très rapprochées les unes des autres, nous avons repris nos expériences sur des projectiles rendus indépendants, et nous avons obtenu les meilleurs résultats au moyen de pétards de notre invention, lancés par un mortier spécial; ces pétards éclatent, en général, à plus de 450^m au-dessus du sol, altitude que nous estimons parfaitement suffisante, puisqu'ils agissent à tout coup. Il est donc inutile d'augmenter leur prix en cherchant à les faire éclater plus haut.

» La fusée resterait donc l'arme des tireurs isolés, tandis que nos pétards libres, c'est-à-dire débarrassés de tous les accessoires, seraient réservés pour les tirs collectifs. »

CORRESPONDANCE.

M. le Lieutenant-Colonel **Monteil** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante dans la Section de Géographie et Navigation, par le décès de M. *de Bussy*.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de l'équation*

$$s = f(x, y, z, p, q).$$

Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Émile Picard.

« D'après une proposition aujourd'hui classique de la théorie des équations aux dérivées partielles, on sait que l'équation

$$s = f(x, y, z, p, q) \tag{1}$$

admet une intégrale se réduisant, pour $x = x_0$, à une fonction donnée $\varphi(y)$, de la variable y, et, pour $y = y_0$, à une autre fonction donnée $\psi(x)$ de la variable x; les fonctions $f(x, y, z, p, q)$, $\varphi(y)$, $\psi(x)$ sont d'ailleurs soumises à certaines conditions d'un caractère très général.

» Un problème plus général consiste à rechercher une intégrale se réduisant, pour $y = \alpha x$, à une fonction donnée $\varphi(x)$, et, pour $y = \beta x$, à une autre fonction donnée $\psi(x)$, α et β étant deux constantes différentes de zéro. La question présente des difficultés spéciales, tenant à ce que les courbes données par lesquelles doit passer la surface intégrale ne sont plus des caractéristiques. L'emploi des approximations successives, combiné avec la résolution de certaines équations fonctionnelles, conduit aux résultats suivants :

» Si les fonctions $f(x, y, z, p, q)$, $\varphi(x)$, $\psi(y)$ sont des fonctions analytiques, soumises aux restrictions habituelles, *il existe une intégrale analytique et une seule, satisfaisant aux conditions voulues, pourvu que le module du rapport* $\frac{\beta}{\alpha}$ *soit différent de l'unité.*

» En restant dans le domaine réel, on peut traiter le même problème en supposant seulement que les fonctions f, φ, ψ sont continues et admettent des dérivées continues, satisfaisant à la condition de Lipschitz. Mais on arrive à des résultats différents suivant les signes de α et de β. Pour fixer les idées, je suppose la fonction f continue ainsi que ses dérivées partielles dans le voisinage des valeurs $x = y = z = p = q = 0$; je suppose, de plus, que l'on ait $\varphi(0) = 0$, $\varphi'(0) = 0$, $\psi(0) = 0$, $\psi'(0) = 0$, et que les fonctions $\varphi(x)$, $\varphi'(x)$, $\psi(x)$, $\psi'(x)$ sont des fonctions continues de x dans un certain intervalle

$$0 \leqq x < A.$$

» Cela posé, si α et β sont positifs tous les deux, il existe *une* intégrale $z = F(x, y)$ de l'équation (1), continue dans un certain rectangle R défini par les inégalités

$$0 \leqq x < a, \qquad 0 \leqq y < b,$$

où a et b sont des nombres positifs convenablement choisis, se réduisant à $\varphi(x)$ quand on remplace y par αx, et à $\psi(x)$ quand on remplace y par βx. Cette intégrale est complètement déterminée dans le rectangle R par les conditions précédentes.

» Les conclusions sont différentes lorsque α et β n'ont pas le même signe. Supposons $\alpha > 0$, $\beta < 0$, $\alpha + \beta \neq 0$, et soit R′ le rectangle défini par les conditions

$$0 \leqq x < a', \qquad -b' < y < b';$$

a' et b' étant des nombres positifs convenablement choisis. Il existe une *infinité* d'intégrales de l'équation (1), continues dans le rectangle R′, se réduisant à la fonction $\varphi(x)$ pour $y = \alpha x$, et à la fonction $\psi(x)$ pour $y = \beta x$.

» La démonstration de ces différents théorèmes exige d'assez longs développements que l'on trouvera dans un Mémoire plus étendu. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du troisième ordre qui admettent un groupe continu de transformations.* Note de M. **A. Boulanger**, présentée par M. P. Painlevé.

« 1. Soit à rechercher les équations différentielles du troisième ordre

$$(1) \qquad y''' = R(x, y, y', y'')$$

(où R est rationnel en y'', y, analytique en y, x) qui admettent un groupe continu à *trois* paramètres de la forme

$$(\Gamma) \qquad X = x, \qquad Y = F(x, y),$$

où F est rationnel en y, analytique en x. D'après un théorème beaucoup plus général de M. Painlevé (*Comptes rendus,* 30 avril 1900), toutes ces équations, qui peuvent se former par opérations différentielles et algébriques, auront leurs singularités non polaires fixes. Si, parmi elles, il s'en trouvait qui ne fussent pas linéaires, ce seraient des équations à points critiques fixes nouvelles.

» Bien que la théorie des groupes assure alors la réduction de ces équations, cette réduction n'est pas explicite, et les inversions qu'elle exige pourraient conduire à de nouvelles transcendantes uniformes. Dans le cas du groupe (Γ), il n'en est rien :

» *Les seules équations qui répondent à la question ne peuvent être que des équations linéaires ou se déduisent d'équations linéaires par une transformation homographique effectuée sur la fonction y, suivie ou non du changement de fonction $y = e^z$.*

» 2. Tout d'abord, en s'aidant de la classification de Lie (*Transformationsgr.*, t. III, p. 715-716), on établit aisément le résultat suivant relatif au groupe (Γ) : moyennant une transformation homographique bien déterminée effectuée sur y, les transformations infinitésimales du groupe (Γ) se ramènent à l'une des quatre formes :

$$\begin{array}{lcccc} & (\Gamma_1). & (\Gamma_2). & (\Gamma_3). & (\Gamma_4). \\ X_1 f = & \alpha \dfrac{\partial f}{\partial y}, & \alpha_1 \dfrac{\partial f}{\partial y}, & \alpha_1 \dfrac{\partial f}{\partial y}, & \alpha_1 y \dfrac{\partial f}{\partial y}, \\ X_2 f = & y \dfrac{\partial f}{\partial y}, & \alpha_2 \dfrac{\partial f}{\partial y}, & \alpha_2 \dfrac{\partial f}{\partial y}, & \alpha_2 y \dfrac{\partial f}{\partial y}, \\ X_3 f = & \dfrac{1}{\alpha} y^2 \dfrac{\partial f}{\partial y}, & y \dfrac{\partial f}{\partial y}, & \alpha_3 \dfrac{\partial f}{\partial y}, & \alpha_3 y \dfrac{\partial f}{\partial y}, \end{array}$$

(les α étant des fonctions analytiques de x), et il est facile d'en former le prolongement jusqu'au troisième ordre.

» 3. La transformation de réduction des transformations infinitésimales du groupe (Γ) à l'un de ces types conserve le caractère de l'équation (1), qui, par hypothèse, admet ce groupe. Supposons-la effectuée préalablement sur l'équation (1). Cette équation, ayant ses points critiques fixes, est astreinte à certaines conditions nécessaires établies par M. Painlevé (*Comptes rendus*, 2 avril 1900); elle est de la forme

$$(2) \qquad y''' = A y''^2 + B y'' + C;$$

regardé comme fonction de y', A n'a que des pôles simples, au nombre de trois au plus; B et C n'ont que des pôles simples, coïncidant avec ceux de A; enfin, pour $y' = \infty$, $\frac{B}{y'}$ et $\frac{C}{y'^3}$ restent finis. En exprimant que l'équation (2), de forme ainsi précisée, admet les trois transformations infinitésimales prolongées d'un des groupes (Γ) on est conduit à ces résultats :

» 1° L'équation (2) ne saurait admettre un groupe (Γ) si $A \not\equiv 0$;

» 2° Si $A \equiv 0$, l'équation doit être linéaire pour les groupes (Γ_1), (Γ_2),

(Γ_3), et être réductible à une équation linéaire par le changement de fonction $y = e^z$ pour le groupe (Γ_5).

» 4. La démonstration se fait en exprimant que l'équation (2), où ne restent indéterminées que les fonctions de y et de x, $\varphi(y, x)$, admet les transformations (Γ_i), et en éliminant les α et leurs dérivées entre les conditions obtenues; d'où des relations entre les φ et leurs dérivées. Pour $i = 2, 3, 4$, certaines relations de la forme

$$M\alpha + N\alpha' = 0 \qquad \text{ou} \qquad P\alpha + Q\alpha' + R\alpha'' = 0,$$

doivent être vérifiées soit par deux, soit par trois fonctions distinctes α, ce qui entraîne soit $M = N = 0$, soit $P = Q = R = 0$. De là des simplifications notables dans les conditions d'existence des transformations, qui permettent d'achever sans peine la question. »

MÉCANIQUE. — *Mouvement d'un solide dans un milieu gazeux.* Note de M. L. **Jacob**, présentée par M. Sarrau.

« Dans une précédente Note j'ai exposé que le mouvement d'un solide de révolution se déplaçant suivant son axe dans un milieu gazeux indéfini, avec une vitesse de translation supposée constante et supérieure à la vitesse A_0 du son dans le gaz à l'état normal, donnait naissance à une discontinuité affectant les vitesses et les pressions et se déplaçant avec le solide par rapport auquel elle est stationnaire.

» La loi de transformation du gaz au passage de la discontinuité est celle qui avait été déjà trouvée par Hugoniot dans l'étude du mouvement par tranches, à savoir :

$$\frac{P}{P_0} = \frac{\frac{n+1}{n-1}\frac{\rho}{\rho_0} - 1}{\frac{n+1}{n-1} - \frac{\rho}{\rho_0}}.$$

» En deçà et au delà de la discontinuité, le fluide suit la loi adiabatique ordinaire.

» Je demande à signaler aujourd'hui à l'Académie l'intérêt que présente ce double mode de transformation, aussi bien au point de vue pratique qu'au point de vue philosophique.

» Il est facile de montrer qu'en supposant le solide ramené au repos, la vitesse est nulle au sommet et qu'il n'y a pas, dans le voisinage de ce

point, de discontinuité affectant les vitesses et les pressions. Cela étant, les résultats que je vais signaler découlent de ce qui suit : pour des vitesses inférieures à A_0, la pression au sommet résulte de la compression adiabatique d'une masse gazeuse partant de l'état initial normal P_0, ρ_0, v_0; au contraire, pour des vitesses supérieures à A_0, la pression au sommet résulte de la compression adiabatique d'une masse gazeuse dont l'état initial P_1, ρ_1, v_1 a été déterminé par le passage à travers la surface de discontinuité.

» Le Tableau ci-dessous donne :

» 1° Les pressions en atmosphères qui résulteraient de la compression adiabatique pure d'une masse gazeuse passant de la vitesse v_0 à la vitesse zéro;

» 2° La pression réalisée au sommet de la discontinuité;

» 3° La pression réalisée au sommet du projectile dans les conditions dont il vient d'être parlé et qui est la plus importante au point de vue de la résistance du fluide au mouvement.

V.	342.	400.	600.	800.	1000.	1200.
Détente adiabatique pure......	1,96	2,35	5,43	13,54	26,8	79,1
Pression au sommet de l'onde..	1,07	1,44	3,46	6,28	9,9	14,3
Pression au sommet du solide..	1,96	2,33	4,50	7,60	10,5	16,5

» A l'heure actuelle, les vitesses initiales des projectiles varient entre 800^m et 1000^m. On voit, en comparant les chiffres des lignes 1 et 3, dans quelle proportion la surface de discontinuité facilite la conservation du mouvement du projectile en formant devant lui une sorte d'écran.

» De plus, ce phénomène, conforme au principe de l'économie des forces, est tout à fait remarquable au point de vue philosophique.

» J'ajouterai que M. Vieille a constaté, dans une Communication antérieure, que les pressions au sommet de l'onde étaient de l'ordre de grandeur de celles qui reproduiraient les valeurs expérimentales de la résistance de l'air au mouvement des projectiles cylindriques.

» Je demande encore à montrer, par un exemple, combien est profonde la modification que subit le fluide au passage de la discontinuité.

» Si l'on considère un solide analogue aux projectiles de l'artillerie, mais dont le cylindre serait indéfiniment allongé, on conçoit qu'après un certain trajet les filets gazeux déviés vers l'avant du solide redeviennent parallèles aux génératrices du cylindre. Il résulte alors de la formule

$$\frac{dp}{d\alpha_2} = \frac{V}{y R_2},$$

qui donne la variation de pression d'un filet à l'autre en fonction du rayon de cour-

bure R_2 de ce filet, que $\frac{dp}{dx_2} = 0$ et que la pression (1) redevient constante dans tout le fluide.

» La vitesse d'écoulement V^2 est donc donnée par la relation

$$V^2 = 2H - B_0^2 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^{n-1}.$$

Si la vitesse d'écoulement $V_0 < A_0$, H est constant ainsi que $\frac{\rho}{\rho_0}$, V est constant dans tout le fluide et égal à V_0.

» Mais si $V_0 > A_0$, H varie d'un filet au suivant ainsi que $\frac{\rho}{\rho_0}$, et la vitesse est minima au contact du solide. Il est d'ailleurs facile de la calculer et l'on obtient les résultats suivants :

Vitesse d'écoulement primitive......	342	400	600	800	1000	1200
Vitesse finale au contact du solide....	342	379	573	733	892	1055
Différence........................	0	1	27	67	108	145

» On voit que, dans le mouvement d'un projectile très allongé, l'air redevient calme à une certaine distance du sommet tant que $V_0 < A_0$; tandis que, si $V_0 > A_0$, il existe dans le voisinage du solide une masse gazeuse qui paraît entraînée avec lui et dont la vitesse croît avec V_0. »

ÉLECTRICITÉ. — *Examen des conditions qui déterminent le signe et la grandeur de l'osmose électrique et de l'électrisation par contact.* Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. Mascart.

« I. Quand une cloison poreuse sépare en deux régions un vase plein de liquide et quand on plonge dans les deux portions de liquide ainsi définies deux électrodes à des potentiels différents, il se produit un mouvement d'ensemble du liquide au travers de la cloison : c'est l'*osmose électrique*.

» La discussion des résultats a démontré que cette osmose résulte de l'électrisation que la matière de la cloison acquiert par simple contact avec le liquide (à la façon dont la résine se charge par contact avec une peau de chat), le liquide acquérant alors l'électrisation de signe contraire. Si, par exemple, la surface des canaux capillaires qui sillonnent la cloison se charge négativement, le liquide se charge positivement et, sitôt que l'on crée un champ électrique, s'écoule en masse dans le sens de ce champ.

---

(1) La densité ne redevient pas constante.

» Cette électrisation entraîne d'autres conséquences évidentes. Si l'on fait, en l'absence du champ électrique, filtrer du liquide par compression au travers de la cloison précédente, les portions filtrées doivent être chargées positivement, ce que l'expérience vérifie. On voit également que, si l'on place en suspension dans le liquide de très fines poussières faites avec la substance qui formait la cloison, et si l'on y réalise un champ électrique, ces poussières devront se mouvoir dans le sens inverse du champ, ce que l'expérience vérifie encore. On doit enfin, selon toute vraisemblance, regarder comme un cas particulier de ce dernier phénomène le déplacement, vers l'une ou l'autre électrode, qu'une matière quelconque, *en solution colloïdale,* subit dans un champ électrique.

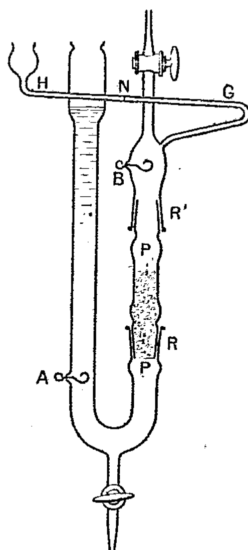
» Bref, l'électrisation de contact est la chose importante, mais l'osmose électrique est un des moyens simples par lesquels on peut l'étudier. L'intérêt principal de cette étude me semble précisément tenir à ceci, que l'électrisation de contact joue probablement un rôle capital dans les propriétés des colloïdes et, par suite, dans les propriétés des *granules* ou *micelles* qui paraissent former toute matière vivante.

» L'osmose proprement dite a permis d'élucider plusieurs propriétés jusqu'alors mystérieuses de la cellule vivante; de même, il est permis de penser que l'analyse des conditions qui influent sur l'osmose électrique contribuera, de façon importante, à réduire en des phénomènes physico-chimiques les phénomènes de la vie.

» II. J'ai employé une technique dont la figure ci-après abrégera l'explication, et qui permet, sans se borner aux cloisons poreuses ordinaires, d'étudier l'osmose électrique au travers de canaux réalisés dans une substance quelconque. L'appareil ici représenté n'est en définitive qu'un simple tube en U dont une branche est démontable en trois parties. La partie supérieure, munie d'une électrode B et d'un robinet qui sera fermé pendant l'expérience, se prolonge en tube capillaire gradué GH, presque horizontal, ouvert à l'air libre. La partie moyenne RR' porte la cloison poreuse PP. Enfin une électrode A se trouve placée au delà de cette cloison.

» Pour faire une expérience, on enlève la partie supérieure, on place sur un léger rebord situé au bas de la partie moyenne un tampon mince et lâche de coton de verre dont l'action osmotique sera négligeable et l'on verse sur ce tampon la bouillie obtenue en délayant dans le liquide la substance étudiée, d'abord réduite en poudre, puis bien lavée et purgée d'air. Il se forme ainsi un bouchon poreux dont on achève le tassement en y faisant passer de nouvelles portions de liquide aspirées au travers du robinet inférieur par la succion d'une trompe. Puis on remet la partie supérieure et l'on termine le remplissage, de façon que le niveau N du liquide dans le tube capillaire prenne sensiblement dans le tube GH la position d'équilibre qu'il occuperait en l'absence du

bouchon poreux. On établit alors une différence de potentiel entre les électrodes et l'on observe les déplacements du niveau, qui ne peuvent produire aucune variation appréciable dans les pressions transmises.



» III. Un premier résultat se rapporte à la nature du liquide employé.

» On observe très facilement une osmose notable quand ce liquide est l'eau; on observe encore une osmose notable et en moyenne décroissante quand on remplace l'eau par l'alcool méthylique, l'alcool méthylique par l'alcool éthylique, l'alcool éthylique par l'alcool amylique; l'osmose est encore notable pour l'acétone et même pour l'acétate d'éthyle; enfin, elle est très notable pour la nitrobenzine.

» Au contraire, aucune osmose appréciable n'a pu être constatée par ce dispositif, même pour un champ électrique de 100^{volts} par centimètre, dans le cas de la benzine, de la térébenthine et de l'éther, ni même dans le cas de l'éther saturé d'eau.

» Si l'on cherche un caractère qui sépare ces deux groupes de liquides, on observe que les liquides du premier groupe, au contraire des liquides du second groupe, ont un grand pouvoir inducteur spécifique, et, par suite, sont de bons ionisants : *l'osmose électrique n'est intense que pour les liquides ionisants.*

» IV. Un autre résultat est relatif à l'extrême sensibilité de l'osmose électrique, et par suite de l'électrisation par contact, aux moindres traces de

certains électrolytes, et, par suite, de certains ions. Ce résultat fera l'objet d'une autre Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité extérieure des fils d'argent plongés dans l'eau.* Note de M. E. **Rogovsky**, présentée par M. Lippmann.

« On entend par *conductibilité extérieure* d'un corps la quantité de chaleur passant à travers 1^{cm^2} de sa surface pendant 1 seconde, quand la différence entre la température de la surface de ce corps et celle du milieu ambiant est égale à 1° C. La détermination de cette conductibilité entre l'argent et l'eau a été l'objet de l'étude suivante, où j'ai appliqué une méthode analogue à celle qui a été employée par MM. Rivière et Ayrton et Kilgour dans leurs recherches sur le pouvoir émissif des fils dans l'air et dans des gaz.

» Des fils d'argent, de $0^{mm},281$ à $0^{mm},868$ de diamètre, soudés à des électrodes cylindriques de laiton, sont tendus dans des tubes en verre de 1^{cm} de diamètre intérieur, traversés par un courant continu d'eau distillée ayant une vitesse de 37^{cm} à 104^{cm} par seconde. On fait passer par ces fils des courants électriques de $0^{amp},3$ à 32^{amp}, dont on mesure les intensités à l'aide d'un galvanomètre étalonné.

» En même temps on déterminait la différence de potentiel de deux points des fils parcourus par le courant au moyen de la comparaison de la force électromotrice d'un élément de Clark. En négligeant la conductibilité de l'eau selon les expériences de MM. Poggendorff (*Pogg. Ann.*, t. LXIV, 1845, p. 54), Sanford (*Philos. Mag.*, t. XXXV, 1893, p. 15) et Griffith (*Philos. Trans. of roy. Soc. of Lond.*, t. CLXXXIV, 1893, p. 413), de là on pouvait déterminer la résistance des fils et la quantité de chaleur développée par le courant; l'état stationnaire étant acquis, cette quantité est égale à celle qui passe à travers la surface extérieure du fil. La relation entre la résistance des fils et leur température ayant été déterminée préalablement, on pouvait calculer leur température, laquelle, dans tous les points d'une section transversale, peut être considérée comme uniforme. La température de l'eau qui traversait les tubes de verre était déterminée à l'entrée et à la sortie par des thermomètres divisés en cinquièmes de degré. La vitesse du courant d'eau n'était jamais moindre de 37^{cm} par seconde et surpassait ainsi *la vitesse critique* de M. Osborne Reynolds, laquelle est égale, dans les conditions données, à $21 \frac{\text{centimètres}}{\text{secondes}}$. Par conséquent, le courant d'eau n'était pas composé de couches concentriques, mais il se formait des tourbillons qui ne permettaient pas à l'eau d'adhérer à la surface des fils. On peut donc admettre que la température de l'eau dans un tube en verre était égale à la moyenne arithmétique des températures de l'eau à l'entrée du tube et à la sortie. La différence entre ces dernières ne dépassait pas 0°,35 (à 32 ampères), étant ordinairement moindre de 0°,1.

» Comme exemple, les résultats d'une interpolation graphique des observations sur un fil d'argent pur de $0^{mm},415$ de diamètre sont donnés dans la Table suivante, où I exprime l'intensité du courant en ampères, ρ la résistance de la partie moyenne du fil en ohms internationaux, ϑ l'élévation de la température du fil, c'est-à-dire la différence entre la température du fil et celle de l'eau ambiante en degrés centigrades, Q la quantité totale de chaleur perdue par le fil pendant une seconde, $q = \frac{Q}{s}$ la quantité de chaleur perdue par seconde par chaque centimètre carré de la portion du fil dont la surface est s, $H = \frac{Q}{s\vartheta}$ est la conductibilité extérieure. La température de l'eau ambiante étant $17^\circ,5$ et sa vitesse $57,1 \frac{\text{centimètres}}{\text{secondes}}$.

I amp.	ρ ohms int.	ϑ°.	Q calor.	q.	H.
0.........	0,02349 (¹)	0°	0	0	»
4.........	2355	0,79	0,09002	0,03774	0,0478
7.........	2366	2,18	0,27697	0,11613	0,0533
8.........	2372	2,85	0,36267	0,15206	0,0534
9.........	2378	3,62	0,46017	1,19294	0,0533
10.........	2384	4,38	0,56955	0,23880	0,0545
12.........	2396	5,91	0,82427	0,34561	0,0585
16.........	2424	9,36	1,4825	0,62158	0,0664
20.........	2454	13,04	2,3450	0,98324	0,0754
24.........	2486	16,86	3,5167	1,4410	0,0855
28.........	2520	20,91	4,7200	1,9790	0,0947
32.........	2556	25,22	6,2529	2,6218	0,1040

» Pour les différences des températures ϑ au-dessus de $3^\circ,5$ ($I > 9^{amp}$), la quantité H peut être exprimée pour tous les fils assez précisément par la formule

$$H = a + b\vartheta.$$

» Pour un fil de $0^{mm},415$ de diamètre à la température de $17^\circ,5$ et à la vitesse de $57,1 \frac{\text{centimètres}}{\text{secondes}}$ du courant d'eau, on a trouvé

$$a = 0,0439, \qquad b = 0,00244.$$

» Pour un fil de $0^{mm},281$ à $15^\circ,5$ et à la même vitesse

$$a = 0,1473, \qquad b = 0,00256.$$

(¹) Nombre fourni par l'extrapolation au moyen de la courbe.

» Les nombres a et b dépendent de la température de l'eau ambiante et le rapport entre ces quantités a été déterminé pour un fil d'argent non chimiquement pur de diamètre $0^{mm},326$ et à la vitesse de l'eau égale à $37,1 \frac{\text{centimètres}}{\text{secondes}}$.

$$a = 0,1956 + 0,000603\, t_0,$$
$$b = 0,00400 + 0,0000717\, t_0.$$

» Pour déterminer la relation entre la conductibilité extérieure et la vitesse du courant d'eau, on a comparé la conductibilité extérieure des fils de $0^{mm},415$ et $0^{mm},281$ de diamètre pour la vitesse du courant 104 et $57,1 \frac{\text{centimètres}}{\text{secondes}}$. Ce rapport est égal approximativement à 1,41, et le rapport des racines carrées des diamètres des deux fils égale 1,33; par conséquent on peut admettre que la conductibilité extérieure est à peu près proportionnelle à la racine carrée de la vitesse du courant d'eau.

» Si nous supposons que a et b sont proportionnels à d^n, où d est le diamètre du fil et n un exposant, nous trouvons que ce dernier est négatif pour a et sa valeur numérique égale à 3, pour les fils d'argent pur de $0^{mm},415$-$0^{mm},281$ de diamètre, diminuant pour les fils ayant un diamètre plus petit ou plus grand. L'exposant n dans l'expression de b varie de $-0,182$, pour les fils d'argent pur de $0^{mm},415$-$0^{mm},281$ de diamètre, à $+0,702$ pour les fils d'argent impur de $0^{mm},326$-$0^{mm},194$ de diamètre.

» Ainsi H et q peuvent être exprimés par les formules

$$H = \left(\frac{c + mt_0}{d^n} + (e + pt_0)\, d^{n_1}\vartheta\right)\sqrt{v}$$

et

$$q = \left(\frac{c + mt_0}{d^n} + (e + pt_0)\, d^{n_1}\vartheta\right)\vartheta\sqrt{v},$$

où c, m, e, p, n et n_1 sont des constantes. »

RADIOACTIVITÉ. — *Hypothèse sur la nature des corps radioactifs.* Note de M. **Filippo Re**, présentée par M. H. Becquerel.

« Nombre de faits conduisent à admettre que les atomes ne sont pas formés de matière continue, mais de particules de même nature ou de nature différente. L'existence de corps radioactifs confirme cette hypothèse,

car on ne pourrait pas concevoir des atomes rigides donnant lieu aux phénomènes complexes de la radioactivité.

» Cela étant, il semble naturel de supposer que *ces particules constitutives des atomes ont été auparavant libres, et qu'elles ont constitué une nébuleuse de ténuité extrême; que, dans la suite, elles se sont réunies autour des centres de condensation, donnant naissance à des soleils infiniment petits qui, par un procédé de contraction ultérieur, ont pris des formes stables et définitives, qui seraient les atomes des éléments que nous connaissons et que nous pourrions comparer à de petits soleils éteints. Les soleils plus grands, qui ne sont pas éteints, constitueraient les atomes des corps radioactifs.*

» Cette hypothèse, dont le degré de légitimité n'est pas moindre que celui concernant l'hypothèse de la formation des mondes, permet d'expliquer :

» 1° Pourquoi les corps radioactifs possèdent un poids atomique très élevé;

» 2° Pourquoi ils dégagent de l'énergie, qui serait due à la contraction de leurs atomes.

» D'ailleurs beaucoup des phénomènes qu'ils présentent ne diffèrent pas de ceux offerts par le soleil, ainsi que par les rayons lumineux, calorifiques, actiniques et la décharge des corps électrisés. Pour ce qui concerne la radioactivité induite, plusieurs observations prouvent que l'air, la pluie et la neige, fraîchement tombées, sont radioactifs; il ne semble pas improbable que leur radioactivité soit due à l'action de la lumière solaire.

» On ne peut rien dire sur l'influence exercée par les champs magnétiques. En effet, elle diffère de celle exercée sur les rayons solaires, mais on doit remarquer que les conditions d'observation sont très différentes : dans le premier cas, le champ entoure le corps radioactif tout près de lui; dans le second, il est bien loin de la source. Cependant on prévoit que les corps radioactifs doivent modifier l'état magnétique, comme l'on a observé la variation du magnétisme terrestre provoquée par le soleil.

» On pourrait objecter que, si les choses étaient ainsi, la radioactivité devrait disparaître quand on a soumis les corps radioactifs à des températures très basses, comme celle de l'air liquide; tandis qu'elle se montre invariable. Mais l'objection n'a pas plus de valeur que celle qu'on ferait en disant que l'énergie dégagée par le soleil devrait diminuer d'une manière appréciable et même disparaître en peu d'années, puisqu'il est entouré par le froid espace sidéral. Cela serait arrivé depuis longtemps, si le soleil était un corps brûlant.

» Enfin ce fait que de petites quantités de radium dégagent des quantités remarquables d'énergie, ne doit pas nous étonner. En effet, réfléchissons que, par les puissants moyens de disgrégation que nous possédons, nous ne sommes pas encore parvenus à séparer les éléments constitutifs des atomes; aussi l'on doit conclure que l'énergie, dégagée dans leur formation, doit avoir été d'un ordre de grandeur plus élevé que ceux que l'on observe lorsque la contraction est due à des forces de gravitation, moléculaires ou atomiques. Les atomes des corps radioactifs, n'ayant pas encore pris leur arrangement définitif et étant au contraire dans l'état de formation, doivent donc émettre de grandes quantités d'énergie. »

THERMOCHIMIE. — *Courbes de dissociation.* Note de M. **A. Bouzat**.

« M. Le Chatelier (1) et M. Matignon (2) ont montré que, dans un certain nombre de systèmes dissociables, il existe des rapports $\frac{Q}{T}$ sensiblement égaux entre la quantité de chaleur Q correspondant à la mise en liberté de 1^{mol} de gaz et la température absolue T à laquelle la pression de dissociation atteint 760^{mm}. M. de Forcrand (3) a indiqué en outre que le rapport $\frac{Q}{T}$, commun aux différents systèmes dissociables, a à peu près la même valeur que le rapport constant $\frac{L+S}{T}$, dans lequel L représente la chaleur moléculaire de vaporisation d'un corps quelconque sous la pression atmosphérique et à la température absolue T, et S la chaleur moléculaire de fusion du même corps à la température de fusion.

» Désignons par Q_T la quantité de chaleur absorbée par la séparation de 1^{mol} gazeuse à la température même T à laquelle se produit la réaction. En appliquant la formule de Clapeyron, on peut montrer que si $\frac{Q_T}{T}$ a, dans deux systèmes univariants A et B, la même valeur pour une valeur quelconque de la pression, le rapport $\frac{T_B}{T_A}$ des températures absolues correspon-

(1) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 356; *Bulletin de la Société chimique*, t. XLVII, 1887, p. 482

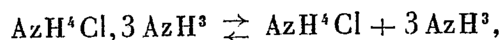
(2) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 103.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVIII, p. 384.

dant à une même pression dans les deux systèmes est constant, quelle que soit la pression; on démontre de même qu'inversement si $\frac{T_B}{T_A}$ est constant quelle que soit la pression, $\frac{Q_T}{T}$ a dans les deux systèmes A et B la même valeur pour une valeur quelconque de la pression. Ces deux propositions supposent que le nombre de molécules gazeuses mises en liberté ne varie pas avec la température. J'en indiquerai la démonstration dans le Mémoire détaillé.

» J'ai été amené à ranger tous les systèmes univariants comprenant une phase gazeuse dans plusieurs groupes. Je montrerai d'abord que les courbes de deux systèmes quelconques d'un même groupe se déduisent l'une de l'autre d'après la loi $\frac{T_B}{T_A} = \text{const.}$ Je comparerai ensuite les systèmes de deux groupes différents.

» Il ne sera question, dans cette Note, que du groupe des systèmes dans lesquels un corps solide donne naissance par dissociation à un corps solide et à un gaz. J'ai trouvé environ 35 systèmes de ce groupe ayant fait l'objet de mesures dans un assez grand intervalle de pression. Je les ai tous comparés au système :



$$AzH^4Cl, 3\,AzH^3 \rightleftarrows AzH^4Cl + 3\,AzH^3,$$

étudié par M. Troost (1). J'indiquerai seulement quelques exemples, pour permettre de voir avec quelle approximation la relation $\frac{T_B}{T_A} = \text{const.}$ est vérifiée.

» On a indiqué pour quelques systèmes du groupe les températures absolues auxquelles les pressions de dissociation atteignent 300^{mm}, 500^{mm}, ..., 1600^{mm}, et les rapports de ces températures aux températures correspondantes du composé $AzH^4Cl, 3\,AzH^3$.

	$AzH^4Cl, 3\,AzH^3$.	$AgCl, 1,5\,AzH^3$.		$ZnCl^2, 6\,AzH^3$.		$SO^4Cu, 5\,H^2O$.		Pb^3O^4.		BaO^2.	
Pressions.	Temp. abs.	Temp. abs.	Rapport.	Temp. abs.	Rapport.	Temp. abs.	Rapport.	Temp. abs.	Rapport.	Temp. abs.	Rapport.
300 mm	252°,8	321°,6	1,272	313°	1,238	355°,2	1,405	858°	3,394	1016°	4,019
500	260,6	331,2	1,271	323	1,239	»	»	»	»	1046,3	4,015
700	266,2	338,8	1,273	330,3	1,241	373,7	1,404	905	3,400	1065,5	4,003
1000	272,5	346,8	2,273	338,5	1,242	»	»	»	»	»	»
1600	279,6	356,6	1,275	349,3	1,249	»	»	»	»	»	»

» Indépendamment de toute hypothèse, les Tableaux que j'ai dressés

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 580.

permettent d'énoncer la loi suivante : *si l'on range dans le même groupe tous les systèmes univariants dans lesquels un corps solide donne naissance par dissociation à un autre corps solide et à un corps gazeux, le rapport des températures correspondant à une même pression de dissociation dans deux systèmes quelconques du groupe est constant quelle que soit la pression.*

» Cette règle a été établie sur des composés très différents. Elle ne s'applique donc pas seulement à l'intérieur de certaines familles de corps semblables; elle s'étend à tous les systèmes définis par la condition que le corps qui se dissocie soit solide et que les produits de la dissociation ne renferment que des solides et des gaz. Elle a, en outre, été vérifiée pour toutes les pressions comprises entre 300^{mm} et 1600^{mm} et à des températures qui varient de 238° abs. à 1065° abs.

» Quelle est l'approximation avec laquelle elle s'applique? En multipliant les températures de dissociation de $AzH^4Cl, 3AzH^3$ par exemple par des facteurs convenablement choisis, on obtient les températures correspondantes des divers corps du groupe, avec des erreurs qui atteignent, au plus, 1 ou 2 degrés. Or, il ne semble pas qu'en général les expériences aient eu plus de précision. Les courbes déterminées pour un même composé par deux expérimentateurs différents présentent, entre elles, des écarts de cet ordre. Il y a lieu d'admettre que la relation énoncée précédemment est exacte, aux erreurs d'expériences près. Au moyen de cette relation, on peut, connaissant un seul point de la courbe de dissociation d'un système, déterminer toute la courbe avec une approximation égale à celle de la plupart des expériences faites jusqu'ici.

» De cette relation il résulte encore que $\frac{Q_T}{T}$ a, pour une valeur déterminée de la pression, la même valeur dans tous les systèmes du groupe. Comme $\frac{Q_T}{T}$ représente exactement la variation d'entropie qui se produit dans la transformation, on peut énoncer la proposition suivante : *Si l'on range dans le même groupe tous les systèmes univariants dans lesquels un corps solide se dissocie en un autre corps solide et en un corps gazeux, la variation d'entropie qui résulte de la mise en liberté d'une molécule de gaz sous une pression déterminée est la même pour tous les systèmes du groupe.* »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'action de l'arsenic sur le cuivre.* Note de M. **Albert Granger**, présentée par M. A. Ditte.

« Le cuivre se combine facilement à l'arsenic. En chauffant du cuivre dans un courant de vapeur d'arsenic entraînée par un gaz inerte, il se

forme une masse blanche, cassante, d'aspect métallique et fusible au rouge.

» Les auteurs qui ont décrit des arséniures de cuivre, préparés par combinaison directe des deux éléments, ont obtenu des corps dont la composition variait avec les conditions de la réaction.

» Quand on opère dans la vapeur de soufre à 440°, l'arséniure formé cristallise, et tout le cuivre se transforme en arséniure, si l'on prolonge l'opération suffisamment longtemps. La préparation est des plus aisées, il suffit de placer dans un tube de verre, traversant la bouteille à soufre et parcouru par un courant de gaz carbonique, une nacelle de porcelaine remplie d'arsenic sublimé et, à la suite, une seconde nacelle contenant du cuivre réduit par l'hydrogène.

» L'arséniure ainsi produit a pour formule Cu^5As^2 (1); il a même composition que le composé obtenu par Reinsch en traitant par le cuivre métallique une solution chlorhydrique d'acide arsénieux, seulement il se présente en cristaux bien nets, tandis que le corps de Reinsch est constitué par une poudre grise amorphe (2). L'arséniure Cu^5As^2 est gris d'acier, un peu bleuté; il a l'éclat métallique. M. de Schulten, qui a bien voulu examiner ces cristaux, a trouvé qu'ils appartiennent au système cubique; ce sont des octaèdres combinés au dodécaèdre rhomboïdal et ayant gardé à leurs sommets les faces du cube. Leur poids spécifique est 7,56. Soluble dans l'acide azotique, l'arséniure est attaqué facilement par les agents oxydants, le chlore, le brome, l'eau régale; il se ternit à l'air.

» Au-dessus de la température obtenue par l'ébullition du soufre dans une bouteille en fer on peut encore préparer l'arséniure de cuivre défini et cristallisé que je viens de décrire, mais l'opération devient plus délicate. Si l'on omet de maintenir le composé toujours en présence de vapeur d'arsenic, il y a perte de cet élément et l'on a du cuivre arsénié s'éloignant plus ou moins de la formule Cu^3As, donnée par quelques auteurs à du cuivre arsénié non cristallin, préparé au rouge. Au rouge sombre la formation de Cu^5As^2 est déjà accidentelle, on ne trouve plus que de rares cristaux surplombant une masse fondue moins riche en arsenic.

» Tous ces arséniures sont décomposables par la chaleur. Quand on les chauffe dans un gaz inerte, de l'arsenic est entraîné et vient se condenser dans les parties froides. Au four Forquignon, à 1200° environ, le cuivre ne retient plus que 20 pour 100 d'arsenic.

» J'ai obtenu par voie détournée, c'est-à-dire par l'action soit du chlorure d'arsenic sur le cuivre, soit de l'arsenic sur le chlorure de cuivre, le même arséniure Cu^5As^2. La réaction avait lieu à une température peu différente de celle où ce corps prenait naissance par une union directe. L'action nocive et corrosive du chlorure d'arsenic rend pénible ce mode de préparation et, dans le cas actuel, il est plus simple d'opérer comme je l'ai indiqué plus haut.

---

(1) Calculé : Cu, 67,89; As, 32,11. Trouvé : Cu, 67,88; As, 32,16.

(2) REINSCH, *Journ. für. prakt. Chem.*, t. XXIV, p. 244.

» Le cuivre donne avec le phosphore un phosphure Cu^5P^2 de composition correspondante, mais ce dernier corps ne prend naissance qu'à une température plus élevée, au rouge clair. A basse température, dans les circonstances de formation de Cu^5As^2, il se forme par action directe des phosphures plus riches en phosphore que Cu^2P, sans atteindre Cu^2P^2 [1]. En suivant le mode opératoire précédemment décrit je n'ai pas obtenu d'arséniures plus riches en arsenic que Cu^5As^2. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'analyse qualitative et quantitative des osmiures d'iridium.* Note de MM. **Leidié** et **Quennessen**, présentée par M. Troost.

« Le procédé de dosage des métaux du platine dans les osmiures, employé par H. Sainte-Claire Deville et Debray, ne comportait pas de vérification dans quelques-unes des opérations; il pouvait y avoir : perte de peroxyde de ruthénium quand on traite par les acides le produit de l'attaque des osmiures par le bioxyde de baryum, précipitation incomplète de Ru^2Cl^6 par le chlorure d'ammonium, précipitation simultanée de IrO^2 avec RuO^2 dans les traitements ultérieurs, enfin dosage de l'osmium par différence, ce qui ne laisse comme contrôle que le dosage des impuretés. La méthode suivante est basée sur l'action qu'exerce le bioxyde de sodium fondu sur les métaux du platine [2] et sur les propriétés des azotites doubles de ces métaux [3]; nous en avons fait connaître les principes dans nos travaux antérieurs.

» I. Attaque des osmiures d'iridium. — On fait fondre, dans une capsule de nickel, 10g d'hydrate de soude et l'on y projette par petites portions, en chauffant de manière à maintenir la matière semi-fluide, un mélange intime de 40g de bioxyde de sodium avec 10g d'osmiure préalablement divisé au moyen du zinc par le procédé employé par Sainte-Claire Deville et Debray; on chauffe une demi-heure; on projette petit à petit la matière refroidie et concassée dans 1 litre d'eau; on laisse déposer le mélange dans des éprouvettes à décantation bouchées à l'émeri. La liqueur claire est décantée, le précipité est lavé avec de l'hypochlorite de soude étendu de son volume d'eau, puis on réunit les liqueurs. Celles-ci renferment tout l'osmium et le ruthénium sous forme

---

(1) Granger, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XIV, p. 60 et 62.

(2) Leidié et Quennessen, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 179.

(3) Leidié, *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 888. — *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, p. 9.

d'osmiate et de ruthénate, et la plus grande partie de l'iridium à l'état d'iridate. On les verse dans une cornue reliée à un appareil condenseur semblable à celui qui sert pour la distillation du peroxyde de ruthénium; seulement on emploie trois ballons condenseurs disposés l'un à la suite de l'autre, plongés dans l'eau glacée et remplis aux $\frac{2}{3}$ d'acide chlorhydrique étendu de 2 volumes d'eau.

» II. Séparation de l'osmium et du ruthénium. — On fait passer dans le liquide un courant de chlore, d'abord à froid, puis, quand des bulles d'oxygène se dégagent, en chauffant vers 70°. L'osmium et le ruthénium sont convertis en peroxydes volatils OsO^4 et RuO^4 qui se condensent dans les récipients, l'iridium en sesquichlorure Ir^2Cl^6 qui reste dissous dans la soude; on doit maintenir la liqueur alcaline jusqu'à la fin de la distillation (à cause de l'action de HCl sur RuO^4). Quand il ne passe plus d'oxydes volatils, ce que l'on reconnaît avec un papier imprégné d'une solution d'hydrogène sulfuré, qui ne doit plus noircir, on réunit le contenu des condenseurs et on le met dans un appareil distillatoire semblable au précédent, mais dont les condenseurs ont été remplis : le premier d'HCl au $\frac{1}{3}$, les autres de lessive de soude à 12 pour 100 de NaOH additionnée de 2 pour 100 d'alcool. On distille le contenu de la cornue en chauffant vers 70° et en faisant passer un courant d'air.

» Sous l'influence de HCl, le peroxyde RuO^4 se change en sesquichlorure Ru^2Cl^6, tandis que le peroxyde OsO^4 ne subit aucune altération et distille. Le premier condenseur renfermant HCl a pour but de recueillir les petites quantités de RuO^4 qui distilleraient avant la complète transformation de celui-ci. Quand il ne passe plus de RuO^4 (non coloration de HCl en brun), on cohobe le premier condenseur et on le remplit d'un liquide semblable à celui des deux derniers. Tout le peroxyde d'osmium distillé se transforme dans les condenseurs en osmiate qui n'est plus volatil, et tout le ruthénium reste dans la cornue à l'état de sesquichlorure Ru^2Cl^6 qui est fixe.

» Comme vérification de la séparation complète, le liquide de la cornue traité par le carbonate de baryte (exempt de baryte et fraîchement précipité) donne un précipité de Ro^2O^3, le liquide filtré privé de $BaCl^2$ par SO^4Na^2 ne doit plus donner par la soude et l'alcool la coloration violette des osmiates.

» III. Séparation de l'iridium. — On acidule le contenu de la cornue par de l'acide chlorhydrique; on dissout dans cet acide étendu et chaud le résidu de l'attaque de l'osmiure par le bioxyde de sodium qui n'a pu être dissous par l'eau (ce résidu renferme le reste de l'iridium) et l'on réunit les deux liqueurs. Celles-ci renferment, outre l'iridium, les autres métaux de l'osmiure avec les métaux communs apportés par le minerai, et le nickel provenant de la capsule. On sépare tous les métaux étrangers et l'on transforme l'iridium en azotite double au moyen d'affusions successives d'azotite de sodium puis de carbonate de sodium, en suivant les indications données par l'un de nous dans sa méthode générale de séparation des métaux de la mine de platine par les azotites. Il ne reste plus en dissolution que l'iridium; on le transforme en chloroiridate par l'acide chlorhydrique; on fait passer dans la solution refroidie un courant de HCl gazeux qui précipite la majeure partie de NaCl (lequel gênerait dans les dosages ultérieurs), on essore le précipité et l'on obtient une liqueur renfermant tout l'iridium sous forme de chloroiridate.

» IV. Dosage des métaux. — *Osmium.* Les solutions alcalines d'osmiate de sodium étant réunies, on y plonge des lames d'aluminium qui se dissout dans la soude et

précipite l'osmium à l'état métallique. Quand la liqueur est décolorée, on lave par décantation cette poudre qui est très dense, d'abord avec de l'eau, puis avec de l'acide sulfurique dilué à 5 pour 100; on recueille cette poudre dans une bougie filtrante en porcelaine d'amiante, qui a été lavée aux acides, calcinée et pesée; on lave à la trompe, on sèche l'osmium dans une cloche remplie d'hydrogène, on la chauffe au rouge dans un courant de ce gaz et on l'y laisse refroidir (l'acide carbonique oxyde légèrement l'osmium à chaud). On pèse de nouveau : comme vérification, ou peut chasser l'osmium en chauffant la bougie au rouge dans l'oxygène, et la pesant ensuite.

» *Ruthénium.* — La liqueur chlorhydrique renfermant le sesquichlorure de ruthénium est évaporée pour chasser l'excès d'acide; on la reprend par l'eau et on l'additionne de fragments de magnésium, qui précipite du ruthénium métallique. Quand la liqueur est décolorée, on lave la poudre à l'acide sulfurique dilué à 5 pour 100, on la recueille sur un filtre, on la lave, on la sèche, enfin on la chauffe au rouge naissant dans l'hydrogène et on la laisse refroidir dans l'acide carbonique et l'on pèse.

» *Iridium.* — Les liqueurs chlorhydriques renfermant l'iridium sont privées, par l'évaporation, du grand excès d'acide qu'elles contiennent. Le résidu est repris par l'eau et étendu au volume de 500^{cm^3}; on prélève de cette dilution 50^{cm^3} à 100^{cm^3} suivant la teneur en Ir, et l'on y dose l'iridium comme on a fait pour le ruthénium : précipitation du métal par le magnésium, lavage de la poudre à l'acide sulfurique étendu, puis à l'eau, etc. On chauffe dans l'hydrogène, on laisse refroidir dans l'acide carbonique, et l'on pèse.

» V. Les analyses ainsi conduites sur des osmiures de provenances diverses nous ont montré que les osmiures d'iridium, parfaitement débarrassés de la mine de platine par des traitements appropriés, ne renferment que quatre métaux, savoir : iridium, osmium, ruthénium et fer. Dans le cas contraire, les métaux de la mine de platine seraient, une fois dissous, séparés par la méthode générale donnée par l'un de nous. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la nutrition des plantes privées de leurs cotylédons.* Note de M. G. André.

« J'ai publié, il y a quelque temps (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1011 et 1229), un certain nombre de recherches sur les débuts de la germination, recherches que je désire compléter aujourd'hui en examinant ce qui se passe lorsque, après avoir semé dans un bon sol des graines un peu volumineuses (Haricot d'Espagne), on dépouille, le plus tôt possible, la plantule de ses cotylédons. Cette ablation, d'une exécution facile, a été pratiquée, dans le cas actuel, 12 jours après le semis. On a comparé l'évolution des plantes ainsi mutilées avec celle de sujets normaux végétant sur une parcelle de terre voisine.

» Le Tableau ci-joint indique les résultats obtenus :

	Graines semées le 12 juin 1902.	Plantes munies de leurs cotylédons. 1re prise : 24 juin.	2e prise : 26 juin.	3e prise : 28 juin.	4e prise : 30 juin.	5e prise : 2 juillet	6e prise : 4 juillet.	7e prise : 7 juillet.	Plantes privées de leurs cotylédons. 1re prise : 26 juin.	2e prise : 28 juin.	3e prise : 30 juin	4e prise : 2 juillet.	5e prise : 4 juillet.	6e prise : 7 juillet.	7e prise : 10 juillet.
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Poids de 100 unités humides	160,06	186,32	318,0	508,76	642,43	916,77	1147,0	1315,68	259,43	323,86	386,09	496,85	506,52	628,47	826,34
Poids de 100 unités sèches	141,46	18,67	28,38	49,58	67,77	88,30	129,67	147,84	18,73	26,40	34,58	43,28	54,02	70,21	88,78
Cendres	5,913	2,554	3,400	6,475	8,417	12,273	18,289	21,54	2,536	3,252	4,374	6,349	7,849	11,135	15,43
Poids de 100 unités sèches sans cendres	135,547	16,116	24,98	43,105	59,353	76,027	111,381	126,3	16,194	23,148	30,206	36,931	46,171	59,075	73,35
dans 100 unités sèches. Azote total	4,823	1,056	1,844	2,930	3,374	3,805	4,823	5,203	1,245	1,401	1,483	1,770	2,015	2,787	3,382
Acide phosphorique PO^4H^3	1,216	0 390	0,490	0,887	1,084	1,068	1,543	1,493	0,618	0,681	0,726	0,805	0,961	1,186	1,447
Chaux CaO	0,198	0,082	0,181	0,535	1,016	1,677	2,697	3,681	0,176	0,393	0,632	1,090	1,388	2,106	3,231
Potasse K^2O	2,687	0,696	1,133	1,893	2,995	4,185	4,901	4,819	0,722	1,071	1,372	1,956	2,403	3,700	4,447

» I. Ce qui frappe d'abord dans l'examen des chiffres ci-contre, c'est le retard de la végétation chez les plantes privées de cotylédons.

» Au moment de l'ablation de ceux-ci (24 juin), 100 plantules sèches pesaient $1^{gr},67$. Or, tandis que, deux jours après, 100 plantules sèches, encore munies de leurs cotylédons, pesaient $2^{gr},38$, les plantes qui en étaient dépourvues ne pesaient que $1^{gr},73$, c'est-à-dire le même poids que deux jours auparavant. Quant au poids des cendres, il n'a pas varié ($2^{g},554$ et $2^{g},536$).

» La comparaison entre l'accroissement des matières organiques et minérales conduit aux remarques suivantes :

» L'augmentation de poids sec de 100 plantules munies de leurs cotylédons, du 24 juin au 7 juillet, est successivement de : $9^{g},71$, $21^{g},20$, $18^{g},19$, $20^{g},53$, $41^{g},37$, $18^{g},67$; celle de 100 plantules, privées de leurs cotylédons, étant aux mêmes époques de $0^{g},06$, $7^{g},67$, $8^{g},18$, $8^{g},70$, $10^{g},74$, $16^{g},19$. Donc, du 24 juin au 7 juillet, le poids total de 100 unités sèches munies de leurs cotylédons s'est accru de $129^{g},17$, dont $18^{g},986$ de matière minérale, tandis que, pendant le même laps de temps, le poids de 100 plantules sèches privées de leurs cotylédons ne s'est accru que de $51^{g},54$, dont $8^{g},599$ de matière fixe.

» L'augmentation totale dans le second cas ne représente, pour la matière organique seule, que les 38,9 centièmes de l'augmentation totale dans le premier cas, et, pour la matière minérale, les 45,3 centièmes. Le travail d'assimilation se fait donc plus facilement chez les premiers sujets que chez les seconds.

» II. En ce qui concerne les variations de l'*azote* et de l'*acide phosphorique,* on remarquera ce qui suit :

» L'azote, chez les plantes encore munies de leurs cotylédons, passe, du 24 juin au 7 juillet, de $1^{g},056$ à $5^{g},203$, soit un gain de $4^{g},147$, dont $3^{g},805 - 1^{g},056 = 2^{g},749$ (66 pour 100) ont été pris aux cotylédons dans la période pendant laquelle la somme de l'azote des cotylédons et des plantules ne subit pas de variations sensibles. L'acide phosphorique passe de $0^{g},390$ à $1^{g},493$, soit un gain de $1^{g},103$, dont $1^{g},068 - 0^{g},390 = 0^{g},678$ ont été soustraits exclusivement aux cotylédons dans la période pendant laquelle la somme de l'acide phosphorique des cotylédons et des plantules ne varie pas, soit 61 pour 100 de l'augmentation totale. Les rapports atomiques $\frac{4,147}{14(\mathrm{Az})}$ et $\frac{1,103}{98(\mathrm{PO^4H^3})}$ donnent respectivement 0,296 et 0,011, dont le quotient est égal à 26,9.

» Chez la plante privée de ses cotylédons, l'azote, qui provient exclusivement de l'extérieur, passe de $1^{g},245$ à $2^{g},787$ (augmentation $= 1^{g},542$) et l'acide phosphorique de $0^{g},618$ à $1^{g},186$ (augmentation $= 0^{g},568$). Les rapports atomiques $\frac{1,542}{14}$ et $\frac{0,568}{98}$ donnent 0,1101 et 0,0057, dont le quotient est égal à 21. Les deux quotients 26,9 et 21 sont donc assez voisins l'un de l'autre. De plus, si l'on divise respectivement par 14 et 98 les accroissements de l'azote et de l'acide phosphorique que les plantules munies

de leurs cotylédons ont éprouvés depuis le moment où elles ont pris ces éléments au milieu extérieur $\left(\frac{1,398}{14} = 0,0998; \frac{0,425}{98} = 0,0043\right)$ et si l'on prend le rapport $\frac{0,0998}{0,0043}$, on obtient 23, chiffre très voisin du quotient 21 obtenu plus haut. Il y a donc parallélisme remarquable entre l'absorption de l'azote et celle de l'acide phosphorique.

» La chaux demeurant constante dans les cotylédons, à partir du 24 juin, il est évident que son augmentation graduelle dans la plante ne peut être imputée qu'à une absorption directe, dans le sol, de cet élément ; celui-ci s'accroît de $3^g,599$, alors que la plante dépourvue de ses cotylédons n'en absorbe que $1^g,930$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mécanisme de la saccharification des mannanes du corrozo par la séminase de la Luzerne.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey.**

« On a vu dans notre dernière Communication [1] que, contrairement à ce qui se passe pour le *Phœnix canariensis* Hort., une minime portion des mannanes de l'albumen du *Phytelephas macrocarpa* R. et P. (corrozo) est directement hydrolysée par la séminase (malt de Luzerne). Le fait a été établi en traitant, par le malt en question, la poudre de corrozo préalablement délayée dans l'eau et portée à la température de l'ébullition, puis refroidie. Dans les expériences qui suivent, nous avons comparé l'action de la séminase sur le corrozo cru et sur le corrozo porté préalablement à 100°.

» On a préparé quatre mélanges :

1. Corrozo pulvérisé..........	20^g	2. Corrozo pulv...............	20^g
Eau dist., Q. S. pour faire...	200^{cm^3}	Eau, Q. S. pour faire.......	200^{cm^3}
		Malt de Luzerne...........	4^g
3. Corrozo pulv...............	20^g	4. Corrozo pulv...............	20^g
Eau, Q. S. pour faire........	200^{cm^3}	Eau, Q. S. pour faire........	200^{cm^3}
(On porte au bain-marie bouillant pendant quelques minutes et on laisse refroidir).		(On porte au bain-marie bouillant pendant quelques minutes, on laisse refroidir et on ajoute : Malt de Luzerne).	4^g

On a maintenu ces mélanges, additionnés de toluène, à la température de 38°-40° pen-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1145.

dant quatre jours, après quoi on les a filtrés. A 100^{cm^3} de chacun des liquides, on a ajouté de l'acétate de phénylhydrazine en proportion convenable, ce qui a amené la précipitation de mannose-hydrazone dans les essais 2 et 4 seulement. Cette mannose-hydrazone a été recueillie, lavée, séchée et pesée.

» Une seconde série d'essais a été effectuée de la même façon et, après trois jours, le dosage du mannose formé a été également effectué.

» Le Tableau suivant résume les résultats de ces deux séries d'essais:

Nos des essais.	Poids d'hydrazone (1re série).	Poids d'hydrazone (2e série).
1	0	0
2	0,514	0,524
3	0	0
4	0,274	0,323

» Ces résultats montrent que le corrozo cru renferme une substance destructible par la chaleur, grâce à laquelle l'action de la séminase de la Luzerne se trouve augmentée, puisque le corrozo traité par ce ferment fournit beaucoup plus de mannose lorsqu'il est cru que lorsqu'il a été porté à 100°.

» Deux hypothèses se présentaient à l'esprit pour expliquer le rôle de cette substance. On pouvait supposer, ou bien qu'elle agit simplement en augmentant l'activité de la séminase, ou bien qu'elle effectue une hydrolyse de la mannane inattaquable par la séminase, et la change ainsi en un produit que peut hydrolyser définitivement cette dernière (hypothèse des actions fermentaires successives).

» Pour étudier ces hypothèses, on a fait de nouveaux essais.

» Tout d'abord, on a préparé deux mélanges ayant la composition suivante :

Corrozo pulv.	20g
Eau, Q. S. pour	200^{cm^3}

» Ces deux mélanges, additionnés de toluène, ont été maintenus à la température de 35° pendant 3 jours et demi; ils ont été portés ensuite à la température du bain-marie bouillant durant quelques minutes; le n° 2 a été additionné alors de 4g de malt de luzerne, le n° 1 étant laissé tel quel.

» D'autre part, et à ce moment, on a préparé les mélanges suivants :

3.		4.		5.	
Corrozo pulv.	20g	Corrozo pulv.	20g	Corrozo	20g
Eau, Q. S. pour.	200^{cm^3}	Eau, Q. S. pour.	200^{cm^3}	Eau, Q. S. pour.	200^{cm^3}
Malt de luzerne.	4g	Après quelques minutes au bain-marie bouillant et refroidissement, on ajoute :			
		Malt de luzerne.	4g		

» On a maintenu tous ces mélanges, additionnés de toluène, à la température de 32°-33°, pendant 5 jours; après quoi, le dosage du mannose effectué dans les mélanges a donné les résultats suivants :

Numéros des essais.	Poids de mannosehydrazone pour 100cm³.
	g
1	0
2	0,537
3	0,601
4	0,365
5	0

» Une seconde série d'essais a donné des chiffres sensiblement identiques. La comparaison des chiffres fournis par les essais 2 et 4 montre nettement que la substance que contient le corrozo cru exerce bien une action spécifique sur les mannanes. On a obtenu, en effet, cette action simplement en maintenant le corrozo dans l'eau pendant un certain temps, puisque, l'ayant alors détruite par la chaleur, l'addition de séminase a fourni une proportion de mannose peu différente de celle qu'on obtient en faisant agir ce dernier ferment sur le corrozo cru, en tout cas beaucoup plus élevée que celle qui se produit avec le corrozo cuit.

» C'est donc la seconde hypothèse qui s'accorde le plus avec les faits; elle cadre d'ailleurs avec nos expériences antérieures sur l'hydrolyse des polysaccharides, en sorte qu'on peut dire que le corrozo cru contient un ferment soluble complémentaire de la séminase, ferment qui doit agir avant cette dernière. »

CHIMIE ANIMALE. — *Recherche de l'indoxyle dans certaines urines pathologiques.* Note de M. **Julius Gnézda**, présentée par M. Armand Gautier.

« Lorsqu'on examine l'urine des pneumoniques, scarlatineux ou érysipélateux, dont l'urine contient beaucoup d'urobiline, on arrive dans la recherche de l'indican à un résultat négatif; dans l'extrait chloroformique, à la place de la solution d'indigo cherchée, il se forme un précipité d'un gris d'ardoise. Si l'on traite alors la liqueur chloroformique (avec au moins une partie d'urine acidulée et oxydée) par de la lessive de potasse concentrée en excès, l'indigo apparaît sous sa forme régulière.

» Après avoir fait cette remarque, avant d'admettre que la non formation d'indigo dans ces urines est bien due à la présence de l'urobiline, j'ai préparé l'urobiline pure d'après la méthode suivante que l'on doit essentiellement à Bogomoloff (1).

(1) *Voir* le journal *Ruskaja Medicina,* année 1892.

» 10 litres d'urine de malades atteints de scarlatine ou d'érysipèle furent traités, par portions, par 10 litres de solution aqueuse saturée de sulfate de cuivre; le mélange fut fortement acidulé d'acide chlorhydrique fumant et extrait par 3 litres de chloroforme. Cet extrait fut lavé à l'eau, puis abandonné deux jours. Le filtratum fut distillé dans le vide à 50°; il se forma dans le col de l'alambic un sublimé blanc cristallin non déterminé et il resta comme résidu 2g environ d'urobiline amorphe, évidemment encore un peu impure. On l'additionna de 40g d'acide chlorhydrique fumant, on chauffa au bain-marie et l'on filtra la solution. Le filtratum fut traité avec une solution aqueuse chaude d'indoxyle synthétique récemment préparé et fut abandonné deux jours : un demi-gramme d'indirubine (1) se sépara, mais il ne se fit aucune combinaison ou dérivé d'indoxyle et d'urobiline.

» Dans un autre cas, quand j'eus ajouté du chlorure ferrique au mélange chlorhydrique d'indoxyle et d'urobiline, je réussis à obtenir un précipité qui répondait à ce qui a été mentionné plus haut et qui donnait de nouveau de l'indigo, avec la lessive de potasse; et de la même façon de l'indigo directement, on obtient le même corps sous l'action d'une solution chlorhydrique d'urobiline et de chlorure ferrique. Je reviendrai sur ce point dans une autre occasion. Aujourd'hui je fais cette communication surtout à cause de l'importance clinique de la recherche de l'indoxyle. En fait, chez une malade atteinte de cholélithiase et d'ictère avec symptômes péritonitiques (on sait que dans la péritonite il y a beaucoup d'indoxyle dans l'urine) les chirurgiens, pour trancher la question de savoir si la péritonite existait ou non, ont dû s'adresser à la réaction de l'indican pour décider si l'on devait exécuter la laparotomie. L'urobiline et la bilirubine (celle-ci empêche aussi la réaction) qui étaient dans l'urine ont rendu négative la réaction de l'indican. Dorénavant il faudra prendre soin d'ajouter dans les urines contenant de l'urobiline ou de la bilirubine (bien que l'on fasse l'oxydation par les hypochlorites ou le chlorure ferrique) de la lessive de potasse concentrée *en excès* après que l'on aura procédé de la façon ordinaire.

» On ne doit pas recourir, pour cette oxydation, au chlorure ferrique si les urines contiennent beaucoup d'acide phosphorique, car le fer se combine avec cet acide et une addition supplémentaire de chlorure ferrique n'agirait pas.

---

(1) Il est intéressant d'observer que d'indoxyle en présence d'urobiline chlorhydrique donne de l'indirubine et non de l'indigo; ou seulement un peu de l'indigo, si l'on opère avec des solutions *chaudes*, comme je m'en suis convaincu par une expérience spéciale.

» On ne doit pas davantage se servir de chlorure ferrique pour les urines qui contiennent de l'acide acétylacétique, ni quand les malades ont reçu de l'antipyrine ou de l'acide salicylique et ses dérivés.

» Les urines qui contiennent de l'albumine doivent être au préalable désalbuminées. »

ZOOLOGIE. — *Le mécanisme de l'émission des larves chez la femelle du Homard européen.* Note de MM. **Fabre-Domergue** et **E. Biétrix**, présentée par M. Bouvier.

« Il suffit de placer dans un aquarium une femelle de Homard grainée, parvenue à complète maturité, pour recueillir tous les jours un nombre considérable de larves résultant de l'éclosion des œufs suspendus à ses appendices abdominaux. Le fait est bien connu et c'est en récoltant ainsi les jeunes Homards nés dans les bacs de Concarneau que le pilote Guillou est parvenu à en suivre le développement jusqu'à la taille de 117^{mm}. Malheureusement il ne nous reste de ses intéressantes remarques qu'une Note sommaire, publiée en 1865 par Moquin-Tandon et Soubeiran dans le *Bulletin de la Société d'Acclimatation.*

» Désireux de reprendre et de compléter le même sujet, nous isolâmes une femelle gravide de Homard dans un bac vitré : l'apparition, peu de jours après, des premières larves nous permit de présager une abondante éclosion d'œufs.

» Afin de déterminer aussi exactement que possible l'âge de nos jeunes Homards nous résolûmes de les recueillir toutes les douze heures, ce qui nous amena d'abord à constater que les éclosions ne se produisaient jamais dans la journée. Tandis qu'à 6^h ou 7^h du soir pas une larve n'était visible dans l'eau du bac, 2 heures plus tard on en voyait nager plusieurs centaines. Si l'on enlevait avec soin toutes ces dernières, nulle éclosion nouvelle n'avait lieu avant le lendemain soir. A quoi était due cette brusque émission larvaire en un si court laps de temps? L'observation continue de notre bac pendant les premières heures de la nuit nous révéla bientôt le mot de l'énigme.

» Vers 7^h ou 8^h du soir, la femelle commence à s'agiter dans sa prison en présentant une attitude tout à fait anormale et caractéristique. Ses pattes sont étendues, presque rigides, sa queue est étalée, très fortement tendue horizontalement, formant avec le reste du corps une ligne presque droite. Elle se promène pour ainsi dire sur la pointe de ses pieds, comme soucieuse de tenir tout son être le plus loin possible du fond de l'aquarium. Ce manège dure un certain temps; puis, brusquement, abaissant la tête et la partie antérieure du corps qu'elle appuie sur le sol entre ses pinces écartées, relevant au contraire à 45° sa queue toujours tendue, nous la voyons agiter for-

tement ses appendices abdominaux avec une telle rapidité que l'œil n'en peut suivre le mouvement et un véritable nuage de jeunes larves se trouve projeté fort loin en arrière, et se disperse dans toutes les directions. Le phénomène dure de 15 à 20 secondes et la femelle reprend ensuite son attitude habituelle, pour ne plus la quitter avant le lendemain soir. Nous avons, à plusieurs reprises, constaté le même fait, en observant toutefois que l'émission larvaire se produit dans certains cas par deux séries de secousses espacées de quelques minutes, la seconde donnant beaucoup moins de larves que la première.

» L'éclosion des œufs du Homard européen n'est donc pas, ainsi qu'on le pensait jusqu'ici, absolument indépendante de l'intervention de leur mère; elle n'a pas lieu non plus d'une façon continue à toutes les heures du jour et de la nuit, mais se trouve au contraire fixée entre 8^h et 9^h du soir. La première mue qui suit l'éclosion s'effectue dans les heures qui précèdent l'émission et c'est sans doute le mouvement des larves sous l'abdomen de leur mère qui détermine chez celle-ci les signes d'agitation et d'inquiétude que nous venons de signaler. Si, en effet, on essaye de tirer de l'eau une femelle en cet état, on détermine par ses mouvements de défense la chute d'un grand nombre de larves déjà écloses mais unies sans doute à leur mère par les membranes de la mue que les secousses suffisent à rompre ou à détacher. Nous n'avons pu, malheureusement, nous assurer si, comme l'a observé Laguesse chez l'Écrevisse, le jeune se trouve attaché par le telson aux débris de sa coque ou de sa mue. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le minerai de fer de Troïtsk (Oural du Nord).* Note de MM. L. Duparc et L. Mrazec, présentée par M. Fouqué.

« A Troïtsk, sur la rive gauche de la Kosva, la carte géologique russe (feuille Perm) indique un affleurement important du granit-porphyre dans le dévonien inférieur. Ce granit-porphyre avait été considéré jusqu'ici comme intrusif dans ces formations, car, dans certains endroits, il y développe en apparence un métamorphisme intense, auquel paraît être liée la présence de minerai de fer. En effet, sur le flanc oriental de la montagne de Troïtsk, comme aussi non loin de l'embouchure de la petite rivière Ariekowka, le granit-porphyre touche directement des hornfels, complètement imprégnés par la roche éruptive au contact immédiat qui, à quelques mètres au delà, passent à des cornéennes micacées, entièrement cristallisées, et considérées jusqu'ici comme un produit de la métamorphose des schistes noirs du dévonien avoisinant. Ces derniers sont, en effet, concor-

dants avec les cornéennes, mais le passage des uns aux autres est toujours brusque. Sur d'autres points, où le contact du granit avec le dévonien est visible, les choses se passent tout différemment, et l'on ne voit pas trace d'un métamorphisme quelconque.

» La même observation peut être faite à propos du minerai de fer. Là où il y a développement de cornéennes micacées, on observe d'habitude, à quelques mètres du contact, un banc de magnétite mêlée à de l'hématite, qui mesure de un à plusieurs mètres d'épaisseur; ce minerai fait complètement défaut partout où le contact du granit-porphyre avec le dévonien ne paraît pas avoir développé de métamorphisme.

» Les recherches détaillées que nous avons poursuivies sur le granit-porphyre et ses contacts nous ont permis d'établir que, contrairement à ce que l'on pensait, les cornéennes micacées ne représentent pas les assises métamorphosées du dévonien, mais sont beaucoup plus anciennes, car le granit-porphyre de Troïtsk était déjà émergé à l'époque du dépôt des formations du dévonien inférieur dans les conglomérats desquelles il se trouve en galets. Il en résulte que, partout où les cornéennes micacées manquent au contact, ce dernier est purement mécanique; et que la concordance observée entre les cornéennes et les schistes noirs du dévonien est toujours d'origine dynamique, ce qui explique le passage brusque des unes aux autres qui a été observé.

» A l'intérieur même de l'affleurement du granit-porphyre, on trouve quelques enclaves de cornéennes très fortement minéralisées, qui présentent un intérêt tout particulier.

» La plus grande de ces enclaves forme la mine de Osamka, exploitée actuellement à ciel ouvert sur sept horizons successifs. Cette enclave, de forme allongée, mesure 900^m dans sa plus grande longueur. Son axe est dirigé en moyenne nord 30^q est. Dans sa partie centrale et méridionale, elle présente la forme d'une boutonnière simple de cornéennes, dont la largeur maxima est de 132^m, et régulièrement circonscrite par le porphyre; dans l'extrémité nord, par contre, au delà de la dernière entaille, la disposition est plus compliquée, et l'on voit les cornéennes alterner plusieurs fois avec le porphyre. La disposition du porphyre et des cornéennes vis-à-vis du minerai est la suivante : sur l'horizon inférieur de la mine, on voit des couches puissantes de minerai, en bancs de $0^m,50$ à 2^m d'épaisseur séparés par de minces intercalations de cornéennes micacées, dessiner un anticlinal d'abord très plat, qui, dans les horizons supérieurs, s'accuse de plus en plus, et finit par passer au pli-faille. Les couches de minerai et de cornéennes qui forment cet anticlinal ont une épaisseur de 17^m; l'ensemble paraît plonger légèrement vers le nord, et s'enfoncer de ce côté sous le porphyre, tandis que vers l'extrémité sud de la mine les mêmes cornéennes et le minerai viennent buter contre le porphyre qui forme muraille en cet endroit.

» Les contacts que l'on observe entre les cornéennes et le porphyre sont nombreux, les uns sont mécaniques, les autres sont éruptifs; dans ce dernier cas, les formes en sont variées, et l'on peut trouver réunies, à une faible distance les unes des autres, les formes les plus diverses de l'injection et de l'imprégnation. Quant au minerai, sa structure est variable; parfois il est absolument compact, dans d'autres cas, les cristaux de magnétite forment par leur réunion une espèce de canevas, dans les mailles duquel le mica blanc a largement cristallisé; d'autres fois encore, la magnétite, en cristaux isolés mais très abondants, est disséminée dans une masse micacée et lamellaire, qui forme le fond de la roche. Il est à remarquer qu'entre les bancs de minerai, on trouve des minces intercalations de cornéennes micacées sans magnétite, et que le minerai paraît se développer à une distance assez grande du contact des cornéennes avec le porphyre; il est cependant certain que la magnétite est un produit du métamorphisme, car on trouve souvent dans les cornéennes compactes des filons ramifiés qui coupent obliquement la stratification, et qui, au contact immédiat de la roche encaissante, développent une mince auréole de magnétite, tandis que ce même minéral est rare ou fait défaut dans les mêmes cornéennes à une certaine distance du filon.

» La formation de la mine d'Osamka et des enclaves analogues nous paraît pouvoir s'expliquer comme suit : les schistes qui sont les cornéennes d'aujourd'hui ont subi un premier plissement, accompagné de la montée d'un magma granitique qui en a provoqué la métamorphose, et y a développé du minerai de fer par l'action de ses minéralisateurs spéciaux. Sous l'effort de nouvelles venues de magma et peut-être aussi par suite du poids de l'enveloppe métamorphosée, celle-ci s'est disloquée et sans doute affaissée dans le magma qui l'a en partie recouverte; ce phénomène a produit sans doute une variation dans les conditions de la consolidation qui se traduit par des variations dans la structure. La dénudation a alors commencé son œuvre et a attaqué le granit-porphyre émergé avant le dépôt du dévonien inférieur dont il a fourni localement une partie des matériaux. Puis un nouveau plissement post-dévonien est apparu, qui a replissé dans le porphyre les enclaves de cornéennes empâtées et recouvertes par lui, et qui a poussé et replaqué sur celui-ci et sur son ancienne auréole porphyrique de contact les formations du dévonien inférieur. »

ANTHROPOLOGIE. — *La castration chez l'homme et les modifications qu'elle apporte.* Note de M. **Eug. Pittard**, présentée par M. A. Laveran.

« On possède déjà quelques indications anthropométriques, très clairsemées, et quelques renseignements descriptifs, relatifs aux modifications causées par la castration. La présente étude apporte une importante con-

tribution à la connaissance de ces modifications. Elle est basée sur l'examen de 30 hommes appartenant à la secte des Skoptzy.

» Cette secte religieuse est formée, en l'espèce, presque entièrement par des Grands-Russiens ou Velikorousses. Elle a été fondée vers le milieu du XVIIIe siècle. Elle comprend des individus dont la castration est complète ou incomplète. Lorsqu'elle est complète, la verge et les testicules sont enlevés (en un ou en deux temps). Quand elle est incomplète, un testicule seul ou les deux sont enlevés. Les châtrés complets s'appellent les *blanches colombes*; seuls, ils sont dignes de monter sur le *cheval blanc* de l'Apocalypse.

» Les Skoptzy ont été violemment poursuivis en Russie où la secte a pris naissance. Dans le Dobrodja, où ceux qui figurent ici ont été étudiés, ils vivent paisiblement dans quelques hameaux.

» L'étude anthropométrique de ces 30 individus (hommes) permet d'émettre les conclusions suivantes :

» 1° Chez les individus châtrés avant l'apparition de la puberté, l'enlèvement des testicules amène une augmentation de la taille. Cette augmentation est assez sensible pour que la stature moyenne des eunuques dépasse, et de beaucoup, celle du groupe ethnique auquel ils appartiennent.

» 2° Dans cette augmentation de la taille, c'est le membre inférieur qui prend la plus forte part. Le buste se développe relativement peu, tandis que les jambes, au contraire s'allongent beaucoup.

» Ces faits ont déjà été relevés chez quelques géants et dans des squelettes, hélas, très rares, d'eunuques.

» Le rapport de la grandeur du membre inférieur au buste est bien plus grand, à taille égale, chez les châtrés que chez les individus normaux.

» 3° La longueur des membres supérieurs est aussi relativement plus grande chez les châtrés que chez les normaux.

» 4° Au contraire, la hauteur de la tête est relativement plus petite chez les châtrés que chez les normaux.

» 5° Le diamètre antéro-postérieur maximum du crâne, qui, normalement, suit une marche d'accroissement proportionnel à la taille, présente chez les eunuques Skoptzy un développement inversement proportionnel.

» 6° Le diamètre transversal maximum du crâne, de même que le diamètre antéro-postérieur, suit un développement inversement proportionnel à l'élévation de la taille.

» 7° La castration restreint donc la croissance du crâne. Elle restreint donc aussi la croissance de l'encéphale.

» 8° Elle retarde ou restreint aussi la croissance du front dans le sens transversal. Le développement du frontal minimum qui est, chez les normaux, proportionnel à l'élévation de la taille, devient inversement proportionnel.

» 9° La castration fait ressentir ses effets sur le développement en hauteur du crâne (diamètre auriculo-bregmatique). Ce développement est ordinairement inversement proportionnel par rapport à la taille. Cet ordre de croissance demeure, mais il subit un retard.

» 10° Elle amène un retard et probablement un arrêt à un certain moment dans le développement latéral de la face (représenté par les diamètres bijugal et bizygomatique) et dans celui de la hauteur du visage. C'est surtout la partie inférieure du visage qui serait affectée, et probablement, en particulier, la hauteur du corps du maxillaire inférieur.

» 11° Chez les castrés la région ophryaque paraît moins développée.

» 12° La castration cause un arrêt dans la croissance du nez, surtout en hauteur.

» 13° Elle semble, au contraire, produire un allongement du pavillon de l'oreille.

» En résumé, et sans qu'il soit possible, avec un tel matériel d'études, de saisir le processus modificateur dû à la castration, nous pouvons dire que :

» I. Cette opération diminue, retarde ou restreint la croissance absolue et relative du buste, de la tête, du crâne dans ses trois dimensions principales, du front, de la face, latéralement et en hauteur;

» II. Cette opération augmente ou accélère la croissance absolue et relative de la taille en totalité, celle du membre inférieur, du membre supérieur, probablement de l'oreille.

» Tous ces faits mériteraient d'être étudiés empiriquement sur de plus grandes séries d'hommes, et expérimentalement sur des animaux. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la cinématographie des mouvements barométriques*. Note de M. **P. Garrigou-Lagrange**, présentée par M. Mascart.

« J'ai indiqué à diverses reprises ([1]) que l'on pouvait étudier les mouvements atmosphériques par la méthode cinématographique et j'ai donné quelques résultats obtenus par ce procédé.

» J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui les mouvements barométriques réels obtenus, sur une surface restreinte, à l'aide des Cartes journalières, et en interposant entre elles le nombre de situations intermédiaires suffisant, quatre ou huit par 24 heures.

» Les Cartes ainsi dressées à petite échelle, double environ des vues cinématographiques ordinaires, vont, pour l'Europe, du 31 octobre 1902 à fin avril 1903. On y retrouve d'une façon générale les aires de minima barométriques en clair et de maxima en foncé, qui caractérisent la circulation d'hiver, et l'on s'aperçoit aisément, en suivant avec quelque attention les séries de Cartes ou mieux en les examinant au cinématographe,

([1]) Voir, notamment, séance de l'Académie des Sciences du 7 avril 1902.

que ces aires se transforment et se déplacent continuellement et que leurs mouvements s'effectuent dans des sens nettement déterminés pendant plusieurs journées consécutives.

» Afin d'apporter plus de clarté dans cette étude, j'ai comparé aux mouvements européens ceux qui s'effectuent sur une autre région de l'hémisphère, à circulation générale différente, l'Amérique du Nord. L'examen des Cartes américaines montre clairement que, en dépit de leur apparente complication de détail, il n'y a en réalité que deux mouvements généraux qui entraînent toute l'atmosphère.

» Ces deux mouvements généraux ont pour effet d'ouvrir ou de fermer alternativement l'une des deux routes que suivent habituellement les dépressions américaines. Le premier ouvre la route de l'ouest à l'est au nord à travers le continent et ferme le passage aux dépressions du golfe du Mexique, et réciproquement, produisant ainsi une sorte de balancement et de mouvement rythmé de droite à gauche et de gauche à droite.

» Il en est tout de même pour l'Europe, et là encore les mouvements généraux ont pour effet de fermer et d'ouvrir alternativement les deux voies principales qui s'offrent au passage des dépressions. Lorsque celles-ci se meuvent au nord, de l'ouest vers l'est, elles sont accompagnées par le maximum des Açores. Lorsque la route du nord est fermée par l'extension du maximum d'Asie, qui remonte en latitude pour se porter vers l'ouest, les dépressions refoulées cherchent une issue vers le sud et le sud-est, s'ouvrant ainsi une seconde route.

» Quant à la façon dont ces mouvements s'établissent et se succèdent, on reconnaît d'abord que leur évolution s'effectue en une certaine période de temps relativement courte et qui ne m'a, en aucun cas, paru dépasser 10 à 12 jours. La période est même généralement plus courte et, sur l'Amérique notamment, chaque mouvement semble s'effectuer en 7 ou 8 jours. Si l'on ne constate pas la même régularité en Europe, on peut dire que les deux mouvements se succèdent à des intervalles plus ou moins réguliers et qu'il y a ainsi, en moyenne, quatre changements par mois.

» Enfin, les mouvements combinés des maxima et des minima permettent de rendre compte des variations parallèles qui se produisent dans les autres éléments météorologiques, notamment dans la température. L'examen attentif de nos séries de Cartes montre, par exemple, que l'hiver 1902-1903 a dû sa physionomie particulièrement douce en France, à ce fait que les mouvements rétrogrades du maximum d'Asie ont été peu importants sur nos régions, sauf en novembre et en décembre, et que nous

n'avons eu, par la suite, que des refroidissements par passage en mouvement direct du maximum des Açores.

» Notre façon de considérer les suites de Cartes synoptiques et d'y appliquer les méthodes de la cinématographie était seule capable de mettre en évidence ces relations. »

AÉRONAUTIQUE. — *De la combustion des ballons lors de l'atterrissage.* Note de M. **de Fonvielle**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« La catastrophe du *Pannewitz*, qui a donné lieu à la Note insérée dans les *Comptes rendus* de la séance du 11 mai dernier, a été l'objet d'une expérience intéressante à la Société de Navigation aérienne de Berlin.

» Un ballon étant gonflé avec de l'hydrogène, on a déchiré un panneau de l'étoffe du ballon après avoir éteint les lumières. Il s'est alors produit une étincelle.

» Quelques spectateurs ont prétendu que cette étincelle n'était pas suffisante pour enflammer le gaz.

» Il est bon de faire remarquer que les causes de l'électrisation étaient fort différentes de ce qui s'est produit lors de l'ascension du *Pannewitz*. Ce ballon pouvait être considéré comme une véritable bouteille de Leyde, l'hydrogène étant bon conducteur de l'électricité et l'hémisphère supérieur, dans le voisinage de la soupape, ayant été barbouillé avec du chlorure de calcium, substance déliquescente. Le *Pannewitz* était parvenu à une altitude de 4000^m, où régnait une température de 16° au-dessous de zéro; comme la descente a été très rapide, le froid a forcément produit sur l'enveloppe un dépôt de vapeur d'eau, donnant les conditions favorables pour le fonctionnement de la bouteille de Leyde.

» Les aéronautes ont observé, en outre, qu'une certaine quantité de neige se formait dans l'intérieur de la sphère aérostatique. La congélation de l'humidité contenue dans le gaz ne peut-elle aussi donner une explication de l'électrisation constatée à l'atterrissage?

» Comme on le voit, une série de questions intéressantes est soulevée; elles ne pourront être élucidées que par de nouvelles ascensions. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 mai 1903.
(Suite.)

Die Konstitution des Kamphers und seiner wichtigsten Derivate, Die theoretischen Ergebnisse der Kampherforschung, monographisch dargestellt von Ossian Aschan. Brunswick, Friederich Vieweg et fils, 1903; 1 fasc. in-8°.

Das System der technischen Arbeit, von Max Kraft : I. *Die ethischen Grundlagen der technischen Arbeit;* II. *Die wirthschaftlichen Grundlagen der technischen Arbeit;* III. *Die Rechtsgrundlagen der technischen Arbeit;* IV. *Die technischen Grundlagen der technischen Arbeit.* Leipzig, Arthur Félix, 1902; 4 fasc. in-8°.

United States geological Survey. Twenty-second annual report, 1900-1901, parts I-II; *twenty-third annual report,* 1901-1902. Washington, 1901-1902; 3 vol. in-4°.

Anuario estadistico de la Republica mexicana, 1901. Mexico, 1902; 1 vol. in-f°.

Censo y division territorial del estado de Zacatecas, verificados en 1900. Mexico, 1902; 1 fasc. in-f°.

The economic proceedings of the royal Dublin Society; vol. I, part. 3, Dublin, 1902; 1 fasc. in-8°.

The scientific transactions of the royal Dublin Society; séries II, vol. VIII, parts I, XIV-XVI. Dublin, 1902; 4 fasc. in-4°.

Mémoires de la Section de Mathématiques et des Sciences naturelles de l'Académie polonaise de Cracovie; t. II; A, B. 1902. Cracovie, 1902; 2 vol. in-8°.

Bulletin mathématique, publié par S. Dikstein, t. VII, fasc. 1-2. Varsovie, 1903; 2 fasc. in-8°.

Materialy antropologiczno-archeologiczne i etnograficzne; t. VI. Cracovie, 1903; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 juin 1903.)

Page 1314, *au lieu de* MM. P. Curie et J. Daune, *lisez* P. Curie et J. Danne.

Note de M. *Giraud,* Sur l'état actuel du volcan de la montage Pelée :

Page 1344, lignes 15 et 22, *au lieu de* la neige, *lisez* la nuée.
Même page, ligne 34, *au lieu de* plusieurs années, *lisez* plusieurs mois.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JUIN 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur les conditions qu'offrent les observations astronomiques à l'observatoire du Pic du Midi.* Note de MM. **B. Baillaud** et **H. Bourget**.

« M. le Ministre de l'Instruction publique ayant, au printemps 1901, demandé au directeur de l'observatoire de Toulouse d'étudier les conditions qu'offrent les observations astronomiques au Pic du Midi, l'Université de Toulouse mit à la disposition de l'observatoire un crédit suffisant pour l'installation d'une coupole de $4^m,50$ de diamètre et d'un instrument approprié. L'instrument fut organisé par le mécanicien de l'observatoire, M. Carrère. La coupole fut construite en quelques semaines par un serrurier de la ville, transportée au Pic à la fin d'août, installée par un temps exceptionnellement défavorable, sous la surveillance de M. Baillaud, que remplaça au Pic, le 4 octobre, M. Bourget. M. Bourget y passa, en 1901, le mois d'octobre entier, et, en 1902, le mois de juillet, après que M. Carrère eut remis toutes choses en état; M. Baillaud, retardé par un accident, le remplaça le 18 août et séjourna au Pic jusqu'au 10 septembre. Les constatations astronomiques faites dans ces deux campagnes pourront peut-être intéresser l'Académie.

» On sait que MM. Thollon et Trépied, envoyés en 1883 par l'amiral Mouchez, séjournèrent au Pic du 17 août au 22 septembre et signalèrent avec insistance, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* le 15 octobre suivant, tout l'intérêt qu'offrirait la station pour l'Astronomie physique. Nous avons été conduits à porter nos efforts vers l'étude des conditions concernant l'astronomie de position et la photographie sidérale.

» L'instrument complexe organisé par M. Carrère comprend trois instruments montés sur un même pied muni d'une horlogerie, à savoir : une lunette Secrétan, de 108^{mm} d'ouverture et de $1^m,65$ de distance focale; un

télescope Foucault, de 330^{mm} d'ouverture et de 2^{m} de distance focale; une lunette photographique, donnée à l'observatoire de Toulouse par M. M. Henry, de 160^{mm} d'ouverture et de 1^{m} de distance focale. Par une circonstance inexplicable, le télescope Foucault ne put être réglé d'une manière complète et ce n'est qu'exceptionnellement qu'il put être utilisé.

» C'est en octobre, et après des chutes de neige, que M. Bourget a constaté les plus belles nuits; le Ciel était alors d'une transparence merveilleuse, et d'une profondeur de noir inconnue à des observateurs habitués au voisinage des villes. En juillet et août, le régime fut plus orageux et le temps plus incertain; toutefois, il nous est arrivé fréquemment d'avoir très beau temps dans la seconde partie de la nuit, la première partie étant mauvaise et le Ciel commençant à se couvrir au lever du Soleil. L'atmosphère est habituellement sèche, ce qui, d'après les résultats des campagnes à Arequipa de l'observatoire d'Harvard College, est la condition fondamentale d'une bonne station astronomique. Quand le temps est humide, il faut renoncer à tout travail; les dépôts de buée étant remplacés, au Pic, par des dépôts de glace sur les objectifs et sur les pièces métalliques de l'horlogerie.

» Notre conclusion est qu'au Pic il n'y a pas d'images médiocres. Ou elles sont excellentes, même par un temps médiocre, ou elles sont tellement mauvaises qu'on ne peut songer à travailler. Nous avons eu d'excellentes images par de fortes rafales de SW ou par de violents courants verticaux, si fréquents au Pic. Ces faits curieux sont à rapprocher des faits récemment mis en lumière par M. Langley, sur la bonne influence de l'agitation de l'air dans une lunette. Les qualités dominantes des images du Pic sont la fixité et l'intensité. Les mesures et la conduite d'un instrument photographique en sont grandement facilitées, et il est étonnant de voir comme une étoile part en ligne droite et sans la moindre oscillation dès que l'instrument est abandonné à lui-même.

» Voici les résultats des observations de quelques étoiles doubles, faites à l'équatorial Secrétan avec un grossissement de 100 fois (M. Bourget) :

» 1901, octobre, 15. Vent assez fort SW.
» ε Lyre (2″,4), composantes bien séparées.
» 2626 Cygne (1″,0), composantes non séparées.
» 2723 Dauphin (1″,2), composantes séparées au contact.

» 1901, octobre, 17. Rafales SW.
» ζ Hercule (1″), non séparée.
» 2596 Aigle (2″), séparée.

» On voit que l'instrument a donné, à très peu près, tout ce que son pouvoir séparateur peut donner.

» Nous avons eu également de très belles images de Jupiter, de Saturne, de Vénus et de la nébuleuse d'Orion. Ces images sont toujours, même très près de l'horizon, étonnamment fixes. Le 10 septembre 1902, à 3 heures du matin, la nébuleuse d'Orion apparaît, dans la lunette de 108, aussi étendue que sur les plus belles épreuves photographiques de Toulouse. Le 3 septembre, au télescope de 0,33, l'un de nous soupçonne Encelade, que voit nettement, sans être averti, M. Jacques Tannery, élève à l'École des Mines.

» M. Bourget a répété quelques expériences d'Exner sur la scintillation. On sait qu'Exner, dans une série de beaux Mémoires pas assez connus, partant des phénomènes observés par Arago au voisinage du foyer d'une lunette, a donné une explication qui semble avoir un caractère définitif des diverses particularités du phénomène de la scintillation. Il montre que l'effet de scintillation proprement dit (abstraction faite des changements de couleur qui n'ont eu lieu que pour les étoiles assez basses) est dû à ce que les ondes lumineuses ne restent pas rigoureusement planes dans leur propagation, et il a donné pour mesurer leur courbure le procédé suivant :

» On diaphragme l'objectif au rapport d'ouverture 0,01 environ. On se met au point sur une belle étoile. On enfonce l'oculaire jusqu'à ce qu'on obtienne une image à centre noir et l'on continue d'enfoncer jusqu'à ce que le centre, tout en devenant brillant par moments, soit plus souvent noir que brillant. On fait la lecture l_1 du tirage de l'oculaire. On continue à enfoncer jusqu'à ce que le centre soit nettement brillant, tout en étant de temps en temps noir. On fait la lecture l_2 du tirage de l'oculaire. La formule $A = \frac{2p^2}{\alpha}$, où $\alpha = l_1 - l_2$ et p désigne la distance focale, donne le rayon de courbure des ondes.

» Voici quelques expériences, faites à la lunette Secrétan :

» 1902, juillet, 22. Vent fort du S. W.

» Altair 17^h;

$l_1 = 44,2$; $l_1 = 43,8$; $l_2 = 43,2$; $l_2 = 42,8$; $A = 5445^m$.

» Acturus $18^h 40^m$;

$l_1 = 42,4$; $l_1 = 42,5$; $l_2 = 41,8$; $l_2 = 41,0$; $A = 10890^m$.

» 1902, juillet, 25. Rafales très fortes du S. W.

» Altair $17^h 20^m$;

$l_1 = 42^h,0$; $l_2 = 41,5$; $l_1 = 41,2$; $l_2 = 40,5$; $A = 6050^m$.

» Cassiopée, dans le lit du vent;

$$l_1 = 41,2; \quad l_2 = 40,2; \quad A = 5445^m.$$

» Grande Ourse, à 90° du lit du vent;

$$l_1 = 41,7; \quad l_2 - 40,2; \quad A = 3630.$$

» Exner avait trouvé, à Vienne, des nombres variant entre 1817^m et 19380^m.

» On voit que les courbures des ondes au Pic ne sont pas exagérées, même par de grands vents, et les deux dernières mesures montrent qu'elles semblent plus faibles dans le lit du vent qu'à 90° du vent, ce qui est à rapprocher encore des faits signalés par Langley.

» Enfin M. Bourget a obtenu, sur plaques $16^{cm} \times 16^{cm}$ Lumière, les clichés suivants :

» 1901. Octobre 11, région d'Altair; 12, Pléiades; 13, Amas de Cassiopée; 14, Nébuleuse d'Orion; 23, Nova Persei; 24, Nova Persei.

» Sur toutes ces plaques, il faut noter l'intensité et l'extension des images d'étoiles, dues sans doute à une bien moins grande absorption au Pic des rayons ultra-violets pour lesquels les objectifs ne sont pas corrigés; en particulier, le halo trouvé par MM. Antoniadi et Flammarion autour de la Nova de Persée, se voit très nettement.

» De toutes ces constatations nous concluons, sans hésiter, que l'observatoire du Pic du Midi nous paraît être une excellente station, au point de vue astronomique, et qu'il est très désirable d'y voir installé dans de bonnes conditions un instrument de premier ordre. C'est assurément en hiver que l'on doit attendre les plus belles images.

» Nous avons à cœur, en terminant cette Note, d'adresser à M. Marchand, Directeur de l'observatoire du Pic du Midi, tous nos remercîments pour l'empressement avec lequel il a mis à notre disposition toutes les ressources dont il dispose; pour le concours si bienveillant et si efficace qu'il nous a prêté lui-même, en nous donnant pour la coupole les indications les plus précieuses, veillant constamment à tout et faisant exécuter en quelques semaines des travaux qui, ailleurs, auraient duré plusieurs mois. Nous tenons à remercier aussi les observateurs du Pic, MM. Ginet et Latreille et leurs aides, dont l'expérience et le dévouement ont rendu notre tâche agréable et facile. »

PHYSIQUE. — *Sur l'existence de radiations solaires capables de traverser les métaux, le bois, etc.* Note de M. R. **Blondlot**.

« J'ai reconnu récemment que la plupart des sources artificielles de lumière et de chaleur émettent des radiations capables de traverser les métaux et un grand nombre de corps opaques pour les radiations spectrales connues jusqu'ici ([1]). Il importait de rechercher si des radiations analogues aux précédentes (que, pour abréger, j'appelle *rayons n*) sont également émises par le Soleil.

» Comme je l'ai indiqué, les rayons *n* agissent sur les substances phosphorescentes en avivant la phosphorescence préexistante, action analogue à celle des rayons rouges et infra-rouges découverte par Edmond Becquerel. J'ai utilisé ce phénomène pour rechercher si le Soleil nous envoie des rayons *n*.

» Une chambre complètement close et obscure a une fenêtre exposée au Soleil; cette fenêtre est fermée par des panneaux intérieurs pleins, en bois de chêne, ayant 15^{mm} d'épaisseur. Derrière l'un de ces panneaux, à une distance quelconque, 1^{m} par exemple, on place un tube de verre mince contenant une substance phosphorescente, du sulfure de calcium par exemple, préalablement faiblement insolée. Si maintenant, sur le trajet des rayons du Soleil qui sont supposés atteindre le tube à travers le bois, on interpose une lame de plomb ou même simplement la main, même à une grande distance du tube, on voit l'éclat de la phosphorescence diminuer; si l'on enlève l'obstacle, l'éclat reparaît. L'extrême simplicité de cette expérience engagera, je l'espère, beaucoup de personnes à la répéter. La seule précaution à prendre est d'opérer avec une phosphorescence préalable peu intense; il est avantageux de disposer à demeure une feuille de papier noir, de façon que l'interposition de l'écran ne change pas le fond sur lequel on voit le tube. Les variations d'éclat sont surtout faciles à saisir vers les contours de la tache lumineuse formée par le corps phosphorescent sur le fond sombre : quand on intercepte les rayons *n*, ces contours perdent leur netteté; quand on enlève l'écran, ils la reprennent. Toutefois ces variations d'éclat ne semblent pas instantanées. L'interposition entre le volet et le tube de plusieurs plaques d'aluminium, de carton, d'un madrier de chêne de 3^{cm} d'épaisseur n'empêche pas le phénomène;

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1227, 25 mai 1903.

toute possibilité d'une action de la chaleur rayonnante proprement dite est, par conséquent, exclue. Une mince couche d'eau arrête entièrement les rayons; de légers nuages passant sur le Soleil diminuent considérablement leur action.

» Les rayons n émis par le Soleil peuvent être concentrés par une lentille de quartz : à l'aide de la substance phosphorescente on constate l'existence de plusieurs foyers; je n'ai pas encore déterminé leurs positions avec assez de précision pour en parler ici. Les rayons n du Soleil subissent la réflexion régulière par une lame de verre polie, et sont diffusés par une lame dépolie.

» De même que les rayons n émis par un tube de Crookes, par une flamme, ou par un corps incandescent, ceux qui proviennent du Soleil agissent sur une petite étincelle et sur une petite flamme en augmentant leur éclat. Ces phénomènes sont aisément observables, surtout si l'on fait usage d'un verre dépoli interposé, comme je l'ai indiqué dans une note précédente. L'emploi de la petite flamme est de beaucoup le procédé le plus commode et le plus précis pour déterminer la position des foyers : il est plus difficile d'opérer avec la petite étincelle, parce qu'elle est rarement bien régulière.

» Je me fais un devoir de reproduire ici textuellement un passage d'une lettre que M. Gustave Le Bon m'a fait l'honneur de m'écrire.

» M. Gustave Le Bon avait indiqué, il y a déjà 7 ans, que les flammes émettent, en dehors des émanations radioactives constatées par lui ensuite, des radiations de grandes longueurs d'onde capables de traverser les métaux et auxquelles il avait donné le nom de lumière noire; mais, tout en leur assignant une place entre la lumière et l'électricité, il n'avait pas mesuré exactement leur longueur d'onde, et le moyen qu'il employait pour révéler leur présence était fort incertain.

» Ce moyen était la photographie; je n'ai pu moi-même obtenir aucun effet photographique des rayons que j'ai étudiés ([1]). »

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire de Marnes** (Seine-et-Oise) prie l'Académie de bien vouloir se faire représenter à l'inauguration du monument Pasteur, qui aura lieu, à Marnes-la-Coquette, le 12 juillet prochain.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 11 mai 1903, p. 1121.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** prie l'Académie de lui adresser une liste de deux candidats pour la chaire de Zoologie (Annélides, Mollusques, Zoophytes) actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

M. **H.-A. Lorentz**, élu Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les « Tables de mortalité, 1900, des rentiers assurés en cas de vie, établies par le Comité des trois Compagnies d'assurances à primes fixes sur la vie (Compagnie d'Assurances générales, Union, Nationale). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de la transformation dans les séries de Taylor*. Note de M. **L. Desaint**, présentée par M. Poincaré.

« Le théorème de M. Hadamard a, le premier, permis de résoudre dans un cas particulier mais d'une grande importance un problème posant directement la question que nous avons en vue. Voici l'énoncé de ce problème :

» *Étant données p fonctions uniformes :*

$$\begin{gathered} F_1(z), \\ F_2(z), \\ F_3(z), \\ \ldots\ldots, \\ F_p(z), \end{gathered}$$

connues seulement par une représentation donnee, dans une aire limitée A, *déterminer une fonction*

$$f(z)$$

dont les points singuliers s'obtiennent en faisant une opération donnée à l'avance :

$$\varphi(\alpha, \beta, \ldots, \lambda)$$

sur les points singuliers respectifs $\alpha, \beta, \ldots, \lambda$ (*inconnus en général*) *des* p *fonctions* $F_1, F_2, \ldots, F_p$.

» Voici la solution de ce problème dans le cas où le mode de représentation qui définit les fonctions données est une série de Taylor ou s'y ramène. Quand il s'agit d'une série de Maclaurin, voici la forme de la solution :

» *Étant données* p *fonctions uniformes*

$$F_1(z) = \Sigma a(n) z^n, \qquad |z| \leqq \rho_1,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \qquad \ldots\ldots,$$
$$F_p(z) = \Sigma l(n) z^n, \qquad |z| \leqq \rho_p,$$

connues uniquement par ces développements, soit

$$\varphi(\alpha, \beta, \ldots, \lambda)$$

une fonction de p *variables, assujettie à la condition d'être holomorphe et non nulle quand*

$$|\alpha| \geqq \rho_1, \qquad |\beta| \geqq \rho_2, \qquad \ldots, \qquad |\lambda| \geqq \rho_p.$$

» *Désignons par*

$$A(n)$$

le coefficient obtenu en remplaçant les puissances de $\frac{1}{\alpha}, \frac{1}{\beta}, \frac{1}{\lambda}$ *dans le développement de Maclaurin de la fonction*

$$\varphi^{-n}(\alpha, \beta, \ldots, \lambda)$$

par les coefficients $a, b, c, \ldots, l$ *respectifs affectés d'indices égaux aux exposants* (*ou à ceux-ci augmentés d'entiers positifs et constants*).

» *La fonction* $f(z)$, *définie par la série*

$$f(z) = \Sigma A(n) z^n,$$

n'a d'autres points singuliers que les points définis par

$$\varphi(\alpha, \beta, \ldots, \lambda),$$

où α *est un point singulier quelconque de* $F_1(z), \ldots, \lambda$ *un point singulier de* $F_p(z)$.

» Le cas de M. Hadamard se présente comme un des corollaires de ce théorème. Les points à l'infini n'échapperont pas comme points singuliers à ce théorème, φ étant holomorphe à l'infini; dans la démonstration

seule le contour d'intégration devra se trouver précisé : en faisant une transformation par rayons vecteurs réciproques, on est ramené au cas de points singuliers essentiels à distance finie; aussi l'on pourra, dans des directions choisies, atteindre l'infini, à moins que la fonction n'y ait un pôle, auquel cas ce point sera entouré d'un cercle de rayon très grand.

» *Étant données p fonctions uniformes*

$$F_1(z) = \Sigma\, a(n)\frac{1}{z^{n+1}}, \qquad |z| \geqq \rho_1,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots, \qquad \ldots\ldots,$$
$$F_p(z) = \Sigma\, l(n)\frac{1}{z^{n+1}}, \qquad |z| \geqq \rho_p,$$

connues uniquement par ces développements, soit

$$\varphi(\alpha, \beta, \ldots, \lambda)$$

une fonction holomorphe au voisinage de l'origine ($\alpha = 0, \ldots, \lambda = 0$), *sous les conditions*

$$|\alpha| \leqq \rho_1, \qquad |\lambda| \leqq \rho_p.$$

» *Désignons par*

$$A(n)$$

la quantité obtenue en remplaçant dans le développement de Maclaurin de

$$\varphi^n(\alpha, \beta, \ldots, \lambda)$$

les puissances de ($\alpha, \beta, \ldots, \lambda$) *par les coefficients* $a, b, \ldots, l$ *correspondants affectés d'indices égaux aux exposants* (*ou à ceux-ci augmentés d'entiers positifs et constants*).

» *La fonction* $f(z)$ *définie par la série*

$$f(z) = \Sigma\, A(n)\frac{1}{z^{n+1}}$$

n'a d'autres points singuliers que les points

$$\varphi(\alpha, \beta, \ldots, \lambda),$$

α *étant un point singulier quelconque de* $F_1(z), \ldots, \lambda$ *un point singulier de* $F_p(z)$.

» Des applications nombreuses de ces théorèmes peuvent être faites aux points singuliers des séries de Taylor. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales des équations linéaires aux dérivées partielles.* Note de M. **J. Le Roux**, présentée par M. E. Picard.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 1er juin, M. Picard a rappelé quelques résultats intéressants relatifs aux singularités accidentelles des intégrales des équations linéaires du second ordre du type elliptique.

» Ces propriétés sont susceptibles de généralisation pour les intégrales analytiques des équations linéaires les plus générales à deux variables indépendantes.

» Toute intégrale analytique qui admet un point singulier accidentel x_0, y_0 de situation générale admet comme ligne singulière l'une au moins des caractéristiques passant en ce point.

» Dans le cas des intégrales réelles d'équations à coefficients réels, à toute caractéristique singulière imaginaire correspond évidemment la caractéristique imaginaire conjuguée, qui présente une singularité semblable.

» Supposons que l'équation des caractéristiques admette la racine *simple* $\frac{dy}{dx} = \infty$, et soit $x = x_0$ une caractéristique singulière accidentelle d'une intégrale z.

» L'allure de cette fonction dans le voisinage de la singularité est la même que celle d'une intégrale définie de la forme

$$\int^x f(\alpha)\, u(x, y, \alpha)\, d\alpha,$$

la fonction $u(x, y, \alpha)$ étant holomorphe dans la région considérée et développable en série suivant les puissances de $x - \alpha$:

$$u(x, y, \alpha) = u_0(x, y) + \frac{x-\alpha}{1} u_1(x, y) + \frac{(x-\alpha)^2}{1.2} u_2(x, y) + \ldots,$$

tandis que la fonction $f(\alpha)$ admet le point singulier

$$\alpha = x_0.$$

» Supposons que ce point soit un pôle d'ordre $n + 1$ de $f(\alpha)$; l'inté-

grale z sera alors de la forme

$$\frac{G_{-n}(x, y)}{(x-x_0)^n} + \frac{G_{-n+1}(x, y)}{(x-x_0)^{n-1}} + \ldots + \frac{G_{-1}(x, y)}{x-x_0} + G_0 \log(x-x_0) + G_1(x, y),$$

les fonctions G étant holomorphes.

» Pour $n = 0$ et $n = 1$, on a la singularité considérée par M. Picard.

» Peut-on disposer de $f(\alpha)$ et de l'ordre $(n+1)$ du pôle de telle façon que le logarithme disparaisse?

» En général cela est impossible. La condition nécessaire et suffisante pour qu'il existe des intégrales à caractéristiques polaires accidentelles, c'est que l'équation considérée possède une famille d'intégrales de la *première classe,* s'exprimant à l'aide d'une fonction arbitraire $F(x)$ et des dérivées de cette fonction en nombre fini. Si l'équation est du second ordre, elle est intégrable par la méthode de Laplace.

» Il existe des propriétés semblables pour les caractéristiques multiples, pourvu que les *cycles* correspondants se décomposent en cycles de la première classe. Mais, pour les cycles simples de classe supérieure, la forme des singularités change. Au lieu d'intégrales dépendant d'une fonction arbitraire $f(\alpha)$ d'un seul paramètre, on a à considérer en effet des fonctions de deux paramètres, $\varphi(\alpha, \beta)$, assujetties à vérifier une équation linéaire dont l'ordre est égal à la classe du cycle.

» Pour les cycles de la seconde classe, par exemple, cette équation linéaire est réductible à la forme canonique

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial \beta^2} - P(\alpha, \beta)\frac{\partial \varphi}{\partial \alpha} = 0. \text{ »}$$

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la formule barométrique de Laplace.* Note de M. L. **Maillard**, présentée par M. Appell.

« La formule de Halley

$$\text{(I)} \qquad Z = C \log \frac{h_1}{h_2} \qquad (\text{où } C = 18,4)$$

donne en kilomètres la différence d'altitude de deux lieux, connaissant les hauteurs barométriques h_1 et h_2. Dans la formule de Laplace,

$$\text{(II)} \qquad Z = 18,336(1+\alpha\tau) \log \frac{h_1}{h_2} \qquad (\text{où } \alpha = 0,004),$$

τ est la moyenne des températures τ_1 et τ_2 des stations ([1]). Résolues par

([1]) Les autres facteurs correctifs de la formule complète ne sont pas discutés ici.

rapport à $\log h_2$, ces formules permettent de calculer la pression barométrique à la station supérieure, connaissant h_1, Z, τ_1 et τ_2. Or, en faisant $h_1 = 760^{mm}$, $\tau_1 = 0°$, et donnant à τ_2 les valeurs des températures fournies par les ascensions des ballons-sondes, on trouve que pour $Z > 5^{km}$, le facteur $1 + \alpha\tau$ modifie le terme principal de (II) tellement que cette formule ne peut plus être appliquée avec sécurité. A cause de ce facteur, les valeurs des pressions sont beaucoup trop faibles, en regard de la hauteur de l'atmosphère; les valeurs tirées de (I) paraissent elles-mêmes insuffisantes (1).

» D'autres faits tendent à montrer que la formule (II) est moins exacte que (I), à mesure que la température s'abaisse. Ainsi, en analysant les résultats de l'ascension d'un ballon-sonde lancé à Trappes, on constate, entre les altitudes calculées et les altitudes obtenues par visées directes, des différences qui, jusqu'à 8^{km}, conservent un caractère accidentel (2), pour progresser systématiquement ensuite et atteindre 1128^m sur 13500^m. Soient Z les altitudes observées, Z_1, Z_2, Z_3 les altitudes calculées par (I), (II) et par

$$\text{(III)}\quad Z = 18{,}588 \log \frac{h_1}{h_2}; \qquad \Delta_1 = Z - Z_1, \qquad \Delta_2 = Z - Z_2, \qquad \Delta_3 = Z - Z_3.$$

On trouve

Δ_1 :	somme des écarts 8447^m;	moyenne des écarts $402^m,2$;
Δ_2 :	» 1660^m;	» 79^m;
Δ_3 :	» 9^m;	» $0^m,4$.

» Si l'on compare seulement les valeurs correspondant à $Z > 8^{km},5$, on a, pour

Δ_1 :	somme des écarts 7678^m;	moyenne des écarts 853^m;
Δ_2 :	» 1052^m;	» 117^m;
Δ_3 :	» 31^m;	» $3^m,4$.

(III) donne incontestablement les meilleures estimations.

» On sait que MM. Berthelot, Paulsen, Sykora ont signalé la remarquable coïncidence des lignes dans les spectres de l'aurore boréale et du crypton. M. Ramsay a établi que la ligne verte du crypton reste visible sous une

(1) Lors de l'expédition danoise en Islande (1899-1900), M. Paulsen a calculé que les aurores boréales, fréquentes entre 100^{km} et 200^{km}, atteignent parfois 400^{km}.

(2) Dans ces régions, on a noté un vent inférieur de 5^m par seconde. (Voir le *Bulletin* n° 1 *de la Commission aéronautique internationale.*)

pression $h_2 = 0^{mm},000035$. Les formules donnent

(I) $Z = 135^{km}$;

(II) $Z = 107, \quad 94, \quad 67^{km}$,

suivant que $\tau_2 = -100°, \ -150°, \ -250°$. La première de ces valeurs est déjà trop faible; toutefois, elle correspond « assez bien » aux observations. Pour obtenir $Z = 200^{km}$, il faudrait prendre $C = 27,3$.

» Il serait fort utile que l'ingénieuse méthode de M. Ramsay fût étendue à d'autres gaz de l'atmosphère; cette étude fournirait des indications importantes sur les pressions à de grandes hauteurs, et permettrait de contrôler les formules barométriques.

» Dans l'exposé de Laplace ([1]), le facteur $1 + \alpha\tau$ est introduit par un procédé empirique. τ n'est pas considéré comme fonction de Z, mais comme une constante, égalée à $\frac{\tau_1 + \tau_2}{2}$. La formule est basée sur l'hypothèse d'un équilibre statique de l'atmosphère; or, l'équation d'équilibre

$$\frac{dp}{p} = -\frac{KgR^2}{1 + \alpha\tau} \cdot \frac{dz}{(R + z)^2}$$

exige que pour $z = a$ on ait, *quel que soit* τ, une pression constante. Laplace suppose expressément que « les intégrales ne s'étendent qu'à un intervalle peu considérable relativement à la hauteur entière de l'atmosphère »; cette réserve faite, il considère *un volume d'air invariable* à zéro de température, et il admet que *chaque degré d'accroissement dans sa température accroît également sa force élastique ou sa pression*. Mais, si la masse de l'atmosphère est invariable (à très peu près), en est-il de même de son volume? Puis, la théorie qui convient au régime des gazs parfaits *en vases clos*, a-t-on le droit de l'appliquer sans autre à l'atmosphère entière? Si oui, la hauteur barométrique varierait systématiquement dans le même sens que les températures locales, ce qui est contraire aux observations météorologiques ([2]).

([1]) *Mécanique céleste*, 2e Partie, Livre X, Chap. IV.

([2]) L'air chaud, moins dense que l'air froid, exerce des pressions faibles; en Europe, les basses pressions correspondent le plus souvent aux courants S.W., les hautes pressions aux courants N.E.; en Australie, les vents chauds et secs diminuent la pression; à l'embouchure de la Plata, les vents froids et pluvieux l'augmentent. Les maxima diurnes se placent entre 9^h et 10^h, matin et soir; les minima, vers 4^h, matin et soir; quant à la période annuelle, elle présente en hiver un minimum sur les océans, relativement chauds, un maximum sur les continents, relativement froids.

» En résumé, la formule (I) donnera des valeurs suffisamment exactes, à la condition que h_1 et h_2 représentent des moyennes de pressions normales pour les deux lieux considérés. Certains indices donnent à penser que, dans la haute atmosphère, les pressions sont sensiblement *plus fortes* que si la température était uniforme. Pour fixer ce point important, il serait bien à désirer que, lors des ascensions de ballons-sondes, les mesures barométriques fussent autant que possible accompagnées de mesures trigonométriques. La comparaison permettra de calculer, dans chaque cas particulier, la valeur de C; si C doit être considéré comme un paramètre variable avec τ, la formule deviendra

$$Z = c(1 - \beta\tau) \log \frac{h_1}{h_2},$$

c et β étant deux constantes à déterminer par des séries d'observations. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la période diurne des aurores boréales.* Note de M. CHARLES NORDMANN, présentée par M. H. Poincaré.

« J'ai montré antérieurement comment la considération d'un rayonnement hertzien du Soleil permet d'expliquer la production des aurores boréales, leur période annuelle et leur période undécennale ([1]).

» Je me propose d'établir aujourd'hui que les particularités de la période diurne découlent, semble-t-il, immédiatement aussi de cette conception.

» L'expérience a montré depuis longtemps que l'on observe en moyenne le plus grand nombre des aurores boréales pendant les premières heures de la nuit, et cela sous toutes les latitudes, et que leur nombre, aussi bien que leur éclat, diminuent rapidement à mesure qu'on s'avance dans la nuit et jusqu'au matin.

» 1° Si les rayons hertziens du Soleil avaient une propagation rigoureusement rectiligne, on ne conçoit pas comment ils pourraient produire dans l'atmosphère des aurores boréales au-dessus des régions pour lesquelles le Soleil est couché depuis longtemps. Mais la théorie montre que l'influence de la diffraction qui croît à mesure que la longueur d'onde augmente, permet aux ondes hertziennes de contourner des obstacles relativement énormes, comme la convexité du globe terrestre; *en fait*, dans

([1]) *Comptes rendus*, 1er avril 1902. — *Revue générale des Sciences*, avril 1902.

les expériences de Marconi, on a envoyé des ondes hertziennes sensibles entre des points (Terre-Neuve et Cornouailles) qui, sur un grand cercle terrestre passant par eux, sont à une distance d'environ 30°.

» C'est-à-dire que, à l'équinoxe, il s'ensuit que ces ondes solaires à minuit (et *a fortiori* à toute autre heure) ont dans les hautes couches de l'atmosphère (qui se comportent vis-à-vis d'elles comme des conducteurs, et le long desquelles elles se propagent) une intensité qui serait sensible à nos appareils, et cela dans toutes les régions situées à moins de 30° du pôle, c'est-à-dire dans celles précisément où l'on observe ordinairement les aurores boréales.

» Il en résulterait que la période diurne apparente des aurores boréales devrait être caractérisée par un minimum au milieu de la nuit et par deux maxima l'un au commencement l'autre à la fin de la nuit, si la production des aurores boréales en un point de l'atmosphère, à un moment donné, était proportionnelle uniquement à l'intensité des ondes hertziennes solaires qui y pénètrent.

» Nous allons voir qu'il n'en est rien et que la production nocturne des aurores dépend d'un autre facteur non moins important.

» 2° Depuis longtemps on a remarqué que l'illumination d'un tube à gaz raréfié par une excitation électrique donnée est d'autant plus vive qu'il a été soustrait depuis moins longtemps à une décharge antérieure. Les recherches récentes sur l'*ionisation* ont permis d'expliquer ce fait d'une manière précise; elles ont établi notamment : 1° que la luminescence produite dans un gaz raréfié est, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus vive que le nombre des *ions* qui y préexistaient est plus grand; 2° que les *ions* produits dans un gaz disparaissent peu à peu d'une part par la *recombinaison* progressive des *ions* de signes contraires, d'autre part par la *diffusion* des ions vers les parois du tube et les électrodes.

» Dans le cas de tubes de petites dimensions et où le gaz est très raréfié, le calcul et l'expérience ont montré [1] que la diminution du nombre des ions par *recombinaison* est petite par rapport à la perte par *diffusion* et que celle-ci suffit à faire disparaître le plus grand nombre des ions au bout d'un temps très court.

» Mais il n'en est plus de même dans le cas d'un gaz occupant un espace très grand, ce qui est le cas de l'atmosphère supérieure; la diminution du nombre des ions due à la *diffusion* est alors sensiblement nulle et ce nombre

---

[1] LANGEVIN, Thèse.

ne diminue que par la *recombinaison*. Or l'expérience a montré que les rayons violets et ultra-violets sont des agents d'ionisation intense; l'atmosphère supérieure doit donc être ionisée intensément par le rayonnement solaire pendant le jour; l'expérience a montré également que le nombre des ions produits par les ionisations les plus intenses ne dépasse guère 10^6 par centimètre cube.

» L'expérience et la théorie des ions ont établi que le nombre des ions présents par unité de volume de gaz, n, est lié au temps t et à un *coefficient de recombinaison* α par la formule

$$\frac{dn}{dt} = -\alpha n^2.$$

» Les mesures ont indiqué que

$$\alpha = 3400 \times 7.10^{-10} \times p \quad \text{C.G.S. électrostatiques,}$$

p étant la pression en atmosphères.

» On peut en conclure qu'au bout de 1 heure le nombre des ions est encore égal à $\frac{1}{8}$ de sa valeur *maxima*, au bout de 2 heures à une quantité deux fois moindre, et ainsi de suite à mesure qu'on s'avance dans la nuit jusqu'au matin. En supposant la nuit égale à 12 heures le nombre des ions présents en un point de l'atmosphère est donc plus de dix fois plus grand 1 heure après le coucher du Soleil que 1 heure avant son lever. Or, l'expérience a montré que l'excitabilité des gaz par les ondes hertziennes est d'autant plus grande qu'ils sont plus fortement ionisés.

» *La période diurne de la fréquence des aurores boréales doit donc être caractérisée par un maximum dans les premières heures de la soirée, et ensuite par une diminution de l'intensité et du nombre des aurores à mesure qu'on avance dans la nuit et jusqu'au matin.*

» C'est en effet ce que l'observation a établi.

» Comme d'autre part la clarté du ciel empêche de voir les aurores avant la fin du crépuscule et que la durée de celui-ci augmente à mesure qu'on avance vers le pôle, il s'ensuit qu'*à mesure qu'on s'approche du pôle le maximum apparent de la période diurne doit avoir lieu plus tard dans la soirée*. C'est précisément ce qu'on a constaté : dans l'Europe centrale (50° lat. N.) le maximum diurne s'observe vers 9^h du soir; plus au nord, à Christiania et Upsal (60° lat. N.) entre 9^h30^m et 10^h et à Bossekop (70° lat. N.) vers 10^h30^m (¹). On a observé la même chose en Amérique. »

(¹) Angot, *Les aurores polaires*, passim.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une généralisation d'un théorème de M. Boucherot.* Note de M. **R. Swyngedauw.**

« M. Boucherot a énoncé le théorème suivant (¹) applicable aux courants sinusoïdaux : *Dans un réseau de circuits à courants alternatifs ne comportant ni commutateurs tournants, ni collecteurs, ni résistances variables pendant la période, la somme des puissances magnétisantes est nulle comme la somme des puissances réelles.*

» Ce théorème peut se généraliser et s'appliquer à des courants *symétriques* quelconques. J'appelle ainsi des courants périodiques dont les courbes de l'intensité et de la tension en fonction du temps sont formées de boucles positives et négatives identiques et symétriques par rapport à l'ordonnée maximum. Ce théorème devient le suivant :

» *Dans un réseau que l'on peut scinder en plusieurs tronçons sans induction mutuelle l'un sur l'autre parcourus par des courants symétriques et aux bornes desquels s'exerce une tension symétrique, la somme des puissances réelles dégagées est nulle comme la somme des puissances magnétisantes.*

» On peut d'abord étendre la définition de courant watté et déwatté donnée en courant sinusoïdal à des courants alternatifs quelconques.

» Étant donné un courant alternatif, on peut imaginer qu'il est la superposition de deux courants partiels, l'un appelé *courant watté*, toujours proportionnel au voltage, absorbant ou dégageant par période une énergie égale à celle du courant proposé, l'autre le *courant déwatté* ou *magnétisant*, égal à chaque instant à la différence du courant total et du courant watté et qui absorbera ou dégagera par période une énergie totale nulle.

» La puissance réelle de MM. Blondel et Boucherot est la *puissance électrique moyenne*.

» Pour un courant sinusoïdal de voltage efficace V_e, d'intensité efficace I_e et de décalage φ, cette puissance est représentée par

$$P_r = V_e I_e \cos\varphi$$

ou, si i_e désigne l'intensité efficace wattée, par

$$P_r = V_e i_e.$$

(¹) *Congrès d'Électricité*, 1900, p. 423.

» La puissance magnétisante de ce courant, d'après M. Boucherot, identique à la puissance virtuelle de M. Blondel, est représentée par la formule

$$P_m = V_e I_e \sin\varphi.$$

» Cette expression représente, en réalité, l'énergie électrique dépensée ou récupérée dans l'aimantation ou la désaimantation par le courant déwatté quand la tension passe de zéro à son maximum le plus voisin ou inversement, c'est-à-dire l'énergie potentielle maximum du circuit.

» Nous admettrons que cette dernière définition est générale.

» La démonstration du théorème est facile :

» Soient, pour un tronçon quelconque du réseau, I, i, j, V les courants total, watté, déwatté et la tension à un instant quelconque de la période T et soit k une constante.

» On a par définition

$$(1) \qquad I = i + j,$$

$$(2) \qquad i = kV,$$

$$(3) \qquad \int_0^T VI\,dt = \int_0^T Vi\,dt;$$

on en déduit pour la *puissance réelle* P_r disponible dans ce tronçon

$$(4) \qquad P_r = \frac{1}{T}\int_0^T VI\,dt = V_e i_e = kV_e^2,$$

V_e étant la tension efficace aux bornes du tronçon considéré et i_e l'intensité efficace wattée.

» L'application du principe de la conservation de l'énergie au réseau tout entier (générateurs compris) donne à chaque instant

$$(5) \qquad \Sigma VI = 0,$$

le signe Σ indiquant que l'on étend la sommation à tous les tronçons du réseau.

» On a de même

$$\sum \frac{1}{T}\int_0^T VI\,dt = \sum V_e i_e = 0.$$

» *La somme des puissances réelles ou moyennes est nulle.*

» 2° Si l'on compte les temps à partir du zéro de la tension, la puissance magnétisante pour un tronçon est représentée par

$$P_m = \int_0^{\frac{T}{4}} Vj\,dt,$$

la somme des puissances magnétisantes pour le réseau tout entier est ΣP_m.

» L'énergie dépensée par le courant watté pendant le même quart de période est

$$W_w = \sum \int_0^{\frac{T}{4}} V i \, dt.$$

» L'énergie dépensée par le courant total pendant ce même temps est

$$W_T = \sum \int_0^{\frac{T}{4}} VI \, dt.$$

» Le principe de la conservation de l'énergie nous donne $W_T = W_w + \Sigma P_m$.

» Or, d'après (5), $W_T = 0$; d'autre part, le courant watté et le voltage étant symétriques,

$$\int_0^{\frac{T}{4}} V i \, dt = \frac{1}{4} \int_0^T V i \, dt;$$

par conséquent,

$$W_w = \frac{T}{4} \sum P_r;$$

la somme des puissances réelles étant nulle

$$W_w = 0,$$

il en résulte $\Sigma P_m = 0$.

» *La somme des puissances magnétisantes est nulle dans le réseau.* »

PHYSIQUE. — *La longueur d'onde des rayons N déterminée par la diffraction.* Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Lippmann.

« Il s'agira uniquement, dans cette Note, des rayons N découverts par M. Blondlot dans les radiations émises par un corps incandescent (bec Auer, lame métallique), transmis et réfractés par une lentille de quartz, transmis aussi par l'air et enregistrés par une petite étincelle. Ces rayons sont entièrement nouveaux, puisque leur indice de réfraction dans le quartz approche de 3 et que, d'autre part, ils traversent une feuille d'aluminium antérieure à la lentille de quartz.

» Je vais montrer que des phénomènes de diffraction par l'ouverture de la lentille se sont produits dans ces expériences de M. Blondlot, et suffisent à déterminer la longueur d'ordre de ces rayons N.

» 1. *Les quatre groupes de rayons* N *de M. Blondlot.* — M. Blondlot trouve qu'une lentille biconvexe de quartz réfracte les rayons N, de manière à donner d'une fente F_0 une image réelle F dont la position satisfait,

dans tous les cas, à la loi des foyers conjugués

$$\frac{1}{R_0} + \frac{1}{R} = (N - 1)k = \frac{1}{\varphi},$$

et il en déduit, d'une manière très sûre, la valeur de l'indice de réfraction du quartz pour les rayons N étudiés : $N = 2,942$ (p. 1120 de ce Volume).

» En poursuivant ces expériences, il a constaté l'existence de trois autres images F_1, F_2, F_3 situées aussi sur l'axe de la lentille et qui accompagnent toujours l'image principale F (p. 1122 et 1228). Il admet que ces trois images sont dues à la réfraction de trois autres groupes de rayons N dont les indices de réfraction seraient, dans cette manière de voir :

$$n_1 = 2,62; \qquad n_2 = 2,436; \qquad n_3 = 2,29.$$

» Il est évident, d'après cela, que si r est la distance du centre O de la lentille à l'une quelconque des trois images supplémentaires F_1, F_2, F_3 les trois indices n_1, n_2, n_3 doivent satisfaire à la relation des foyers conjugués, admise par hypothèse :

$$\frac{1}{R_0} + \frac{1}{r} = (n - 1)k$$

et, par suite, à la relation

$$(1) \qquad \frac{1}{R} - \frac{1}{r} = (N - n)k.$$

» 2. *Les trois radiations* N *supplémentaires n'ont pas d'existence réelle* dans ma manière de voir. — La production des trois images F_1, F_2, F_3, au moyen desquelles M. Blondlot les définit, s'explique par la diffraction de la radiation principale d'indice N :

» Si une lentille donne, d'un point F_0, une image réelle F, elle donne, en même temps, le long de l'axe, une série de maximums d'intensité dus à à la diffraction par l'ouverture de la lentille et de moins en moins intenses à mesure qu'ils sont plus éloignés de l'image principale située au foyer F. Dans ma manière de voir, les images F_1, F_2, F_3 observées par M. Blondlot au delà du foyer F ne sont que les trois premiers maximums de diffraction que l'on rencontre en s'éloignant au delà du foyer principal F. Des maximums de diffraction doivent exister de même en deçà du foyer F et M. Blondlot doit pouvoir les observer si une complication accidentelle ne s'y oppose.

» Si mon explication est exacte, les distances r_1, r_2, r_3 qui séparent respectivement les trois images F_1, F_2, F_3 et le centre O de la lentille doivent

satisfaire à la relation imposée par les lois de la diffraction sur l'axe focal d'une lentille.

» Par un raisonnement que j'ai publié récemment (*Société de Physique*, 18 mai 1903), on trouve que l'on doit avoir

$$\frac{N-n_1}{3}=\frac{N-n_2}{5}=\frac{N-n_3}{7}=\frac{\lambda}{ks^2}.$$

» D'après les valeurs de N, n_1, n_2, n_3 déjà citées, trouvées par M. Blondlot, les trois valeurs expérimentales du rapport $\left(\frac{N-n}{h}\right)$ sont respectivement :

$$0,107;\quad 0,101;\quad 0,093,$$

nombres suffisamment concordants si l'on tient compte des erreurs d'expériences, d'autant plus notables que la détermination de r porte sur la position d'un maximum plus éloigné du foyer et, par suite, moins intense et moins marqué.

» La théorie proposée est donc satisfaite et il est permis de regarder les rayons N de l'expérience discutée ici comme formés d'une seule bande spectrale plus ou moins étroite, correspondant à l'indice moyen $N=2,942$ et à une longueur d'onde λ que je vais maintenant calculer.

» 3. *Longueur d'onde des rayons* N *dans l'air*. — Le rapport $\left(\frac{N-n}{h}\right)$ étant égal à 0,10, il s'ensuit que :

$$\lambda=\frac{ks^2}{10}.$$

» La distance focale φ_D de la lentille de quartz étant 33^{cm} pour la lumière jaune et l'indice du quartz pour cette lumière étant $n_D=1,54$, on a

$$\frac{1}{k}=(n_D-1)\,\varphi_D=0,54.33^{cm}.$$

» Le diamètre $2s$ de la lentille n'est pas indiqué par M. Blondlot. Il paraît devoir être voisin de 4^{cm}. Avec ce nombre, on trouve

$$\lambda=0^{mm},2,$$

valeur presque quadruple de $0^{mm},06$ qui représente la longueur des plus longues ondes infra-rouges, découvertes par Rubens. On aura la valeur de λ à $\frac{1}{10}$ près quand on connaîtra la valeur exacte du diamètre $2s$ de la lentille. »

PHYSIQUE. — *Classement des liquides et des cristaux au point de vue magnétique.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

« Il résulte des indications données antérieurement [1] que, pour classer les corps liquides et les corps cristallisés, au point de vue de leur pouvoir magnétique et du dichroïsme des liqueurs constituées par leurs groupements, il suffira d'opérer de la façon suivante :

» On envisagera un liquide quelconque, l'alcool éthylique, par exemple et l'on inscrira au-dessus de lui tous les solides qui, par leur association avec l'alcool, forment une liqueur à dichroïsme négatif, et au-dessous tous ceux qui donnent naissance au dichroïsme positif, cette règle s'applique sans modification dans le cas de l'alcool dont l'indice de réfraction, étant très faible, est généralement moindre que celui des solides étudiés; mais s'il s'agit d'un liquide plus réfringent que le solide, on applique la règle en sens contraire en mettant au-dessous de lui les solides qui donnent le dichroïsme négatif et inversement; on aura ainsi partagé les solides en deux groupes : dans le premier se trouveront les corps dont le coefficient de diamagnétisme principal (relatif à l'état cristallin) est inférieur au coefficient de l'alcool éthylique.

» En prenant ensuite un deuxième liquide, le chloroforme, par exemple, on verra immédiatement à quel groupe il appartiendra, car il permettra de diviser les corps de ce groupe en deux catégories que l'on obtiendra par la même règle que plus haut, en observant toujours la loi des indices, tandis qu'il se placera d'un même côté par rapport aux corps de l'autre groupe, côté qui sera alors déterminé si la formation du Tableau est possible sans contradiction. Il se peut d'ailleurs que le liquide se place entre les deux groupes précédemment formés, à côté de l'alcool, ou encore à l'une des extrémités, c'est-à-dire au commencement ou à la fin du Tableau. On continuera ce classement en introduisant successivement les solides et les liquides qu'on aura étudiés.

» J'indique ci-contre le Tableau auquel je suis arrivé par cette méthode.

» Ce Tableau ne constitue pas un classement définitif : ainsi, toutes les fois que plusieurs solides sont rangés à côté les uns des autres, cette circonstance indique qu'on n'a pas pu trouver, dans les limites des champs

(1) *Comptes rendus*, séances des 6 avril, 14 avril, 4 mai et 2 juin 1903.

1. Acide formique	□	1,37
2. □	Chlorate de potasse	n' > 1,448, n'' > 1,469
3. Alcool méthylique	□	1,33
4. ○	Phosphate d'ammoniaque	1,52 à 1,47
5. ○	Sulfate de cuivre	1,55 à 1,52
6. Acide acétique	○	1,37
7. —□	Sulfate de zinc	1,48 à 1,456
8. —□	Sulfate de fer (protoxyde)	1,48 à 1,47
9. —	Chrysophénine	> 1,62
10. Eau	—	1,33
11. ○—	Sulfite de soude	> 1,50
12. Chloroforme	—	1,448
13. —	Sulfate de magnésie	1,458 à 1,432
14. Aldéhyde formique	—	1,378
15. Aldéhyde éthylique		1,374
16. Δ	Bichromate de potasse	1,72 à 1,82
17. Acétone Δ	Δ	1,362
18. Iodure d'éthyle		1,509
19. Bromure d'éthyle		1,42
20. Alcool éthylique	∞	1,36
21. » butylique		1,399
22. » amylique		1,407
23. » caproïque		1,424
24. » caprylique		1,428
25. Sulfure de carbone	Δ []	1,62
26. ∞ +	Perchlorure de fer	entre 1,58 et 1,50
27. Glycol	+	1,43
28. Glycérine (hydratée)		1,40
29. () ‖ = +	Sulfate de potasse	1,49
30. Benzine	+	1,500
31. Acide phénique	=	1,54
32. Essence de térébenthine	‖	1,469
33. ‖	Sulfate de soude	> 1,469
34. Amylène	()	1,382
35. Cinnamène	:	1,545
36. Pétrole	×	1,44
37. § : ×	Oxalate de potasse	entre 1,50 et 1,469
38. Toluène	§	1,495
39. Xylène	§	1,50
40. Cumène	§	1,506
41. § []	Acide borique	< 1,469
42. §	Borate de soude	1,47 à 1,446
43. §	Sultate de cobalt	»
44. §	Sulfate de nickel	1,48
45. §	Azotate de potasse	1,50 à 1,33
46. §	Azotate de soude	1,58 à 1,33
47. §	Tartrate de potasse	> 1,50
48. §	Carbonate de potasse	entre 1,44 et 1,469
49. §	Bicarbonate de soude	< 1,50
50. §	Acétate de soude	< 1,469
51. Δ §	Rouge de Bordeaux	> 1,62
52. Δ §	Hélianthine	> 1,62
53. Δ §	Roccelline	> 1,62
54. Δ §	Chrysoïdine	> 1,62

magnétiques utilisés, de liquide qui permette de les séparer en groupes, c'est-à-dire de les classer; ils peuvent donc permuter leur position; de même pour les liquides voisins entre lesquels des solides ne se sont pas interposés. Il y a aussi des corps qui n'ont donné qu'un petit nombre de liqueurs actives et dont la position n'est pas absolument déterminée. Il y en a d'autres, au contraire, qui sont classés d'une façon certaine et qui peuvent servir de repères. Pour indiquer le degré d'arbitraire relatif à la position de tous ces corps, j'ai mis en regard de leurs noms un certain nombre de signes (□, ○, Δ, ||, ...); les corps pourvus de signes identiques sont classés entre eux d'une façon définitive (1).

» Ainsi, comme l'indique cette notation, le chlorate de potasse doit certainement être placé entre l'acide formique et l'alcool méthylique; au contraire, le phosphate d'ammoniaque et le sulfate de cuivre qui sont certainement au-dessus de l'acide acétique, pourraient être relevés dans le Tableau et passer au-dessus de l'alcool méthylique, etc.

» J'ai indiqué dans une dernière colonne les indices des corps inscrits en regard; ce Tableau permet donc de retrouver le signe du dichroïsme des divers groupements qu'on peut réaliser. Ces indices, qui se rapportent à la région moyenne du spectre, ont été généralement pris dans le *Recueil des données numériques* de M. Dufet : pour les nombres qui n'étaient pas contenus dans cet Ouvrage, j'ai fait des déterminations directes en employant pour les liquides le réfractomètre à réflexion totale de Abbe et en utilisant pour les solides la méthode de Beck qui consiste à viser avec un microscope les cristaux immergés dans des liquides de comparaison et à observer l'illumination sur la ligne de séparation lorsqu'on change légèrement la mise au point.

» Les solides très biréfringents comme l'azotate de soude donnent lieu, lorsqu'il s'agit de fixer leur position dans le Tableau, à une discussion qui trouvera place dans le Mémoire complet qui sera publié ultérieurement. »

---

(1) Pour ne pas compliquer les notations, je n'ai pas mis de signe devant les liquides du groupe central qui se rangent avec l'alcool éthylique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Conditions qui déterminent le sens et la grandeur de l'électrisation par contact* (II). Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. Mascart.

« 1. J'ai montré comment l'osmose électrique donne un moyen commode et général pour étudier l'électrisation par contact au sein d'un liquide, et j'ai reconnu que cette osmose ne se produit aisément que pour un liquide à grande constante diélectrique, et qui, par suite, est un bon ionisant.

» Réservant une étude analogue pour les autres liquides ionisants, j'ai surtout étudié l'osmose électrique dans l'eau pure ou additionnée de quantités connues de divers corps.

» Les cloisons jusqu'ici employées et l'eau distillée de laboratoire avaient toujours donné une osmose dans le sens du courant. J'ai d'abord vu qu'on obtient facilement une osmose de sens inverse : une cloison de carbonate de baryum, par exemple, provoque une osmose énergique en sens inverse du courant.

» 2. Mais certains résultats irréguliers où, pour des conditions qui semblaient identiques, j'observais l'osmose tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre, m'ont conduit à penser que le signe et la grandeur de l'osmose pouvaient être déterminés par des traces infinitésimales de certains ions. Cette hypothèse a été pleinement vérifiée.

» L'action des acides et des bases, c'est-à-dire des ions H^+ et OH^- est extraordinairement grande, et l'osmose indique leur présence avec une sensibilité qui peut atteindre ou dépasser celle des indicateurs colorés. Telle matière électriquement neutre dans l'eau neutre se chargera positivement dans une eau contenant une molécule d'acide pour cinq millions de molécules d'eau, c'est-à-dire dans une eau plus pure que l'eau distillée ordinaire. La même matière se chargera négativement dans de l'eau tout aussi faiblement basique.

» A ce propos, l'acide carbonique de l'atmosphère, qui souille rapidement l'eau distillée, en la rendant faiblement acide, gêne beaucoup les expériences et rend l'eau positive en des cas où elle serait neutre ou négative. Il est donc nécessaire d'éliminer cette influence.

» 3. Ainsi, on peut à volonté, par une trace d'acide ou de base, renverser le signe de la charge d'un corps plongé dans l'eau. Voici quelques exemples :

» Le chlorure de chrome, l'oxyde de cobalt, l'oxyde de zinc, le sulfure de zinc, sont faiblement positifs dans l'eau neutre, fortement positifs dans l'eau acidulée, fortement négatifs dans l'eau basique. L'oxyde de nickel, positif dans l'eau acide, est faiblement négatif dans l'eau neutre, fortement négatif dans l'eau basique. L'oxyde de cuivre et le carbonate de zinc sont neutres dans l'eau neutre, positifs dans l'eau acide, négatifs dans l'eau basique.

» On rapprochera utilement ces résultats de ceux très importants qu'a obtenus Hardy, en étudiant l'influence que des traces d'acide ou de base exercent sur les solutions colloïdales.

» 4. J'ai particulièrement étudié l'osmose au travers du chlorure violet de chrome, qui, on le sait, est remarquablement inaltérable et insoluble en l'absence de substances réductrices. La teneur des électrolytes ajoutés à l'eau n'a pas dépassé 1 molécule-gramme pour 100^l. Je me borne aujourd'hui à indiquer les résultats relatifs aux électrolytes formés d'ions *monovalents*.

» Les acides chlorhydrique, bromhydrique, nitrique, mono- et trichloracétique agissent de même, rendant positive la surface du chlorure; leur action appréciable déjà pour 1 molécule-gramme en 10^5 litres d'eau grandit avec la teneur, mais de plus en plus lentement, en sorte que l'on ne gagne pas grand-chose en mettant 1 molécule-gramme en 100^l au lieu de la mettre en 10 000. Ce résultat paraît général : ce sont les premières traces des ions ajoutés qui comptent.

» L'acide acétique agit dans le même sens, mais une teneur plus forte est nécessaire pour atteindre au même résultat. Cela correspond à sa très faible dissociation en ions (Ostwald).

» La potasse, la soude, la lithine, l'ammoniaque agissent en sens inverse, rendant la paroi fortement négative.

» Les chlorures, bromures et iodures de sodium et de potassium agissent peu.

» Le nitrate d'argent et le chlorate d'argent agissent à peu près aussi fortement que les acides, en rendant la paroi positive.

» Enfin le nitrate de thallium agit nettement, moins toutefois que le nitrate d'argent.

» 5. En résumé, on doit considérer comme agissant peu, d'une part les ions positifs Na^+, K^+, Li^+, AzH_4^+ et d'autre part les ions négatifs Cl^-, Br^-, I^-, NO_3^-, ClO_3^-, $CH_3CO_2^-$, $CH_2ClCO_2^-$, $CCl_3CO_2^-$.

» On doit considérer comme agissant beaucoup les ions positifs H^+, Ag^+ et à un moindre degré Tl^+ qui chargent positivement la paroi et, d'autre part, l'ion négatif OH^- qui la charge négativement.

» Il peut être utile de se rappeler à ce propos la grande sensibilité de la matière vivante vis-à-vis des acides, des bases, des sels d'argent et de thallium.

» Je me propose d'exposer, dans une prochaine Communication, le rôle des ions polyvalents. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la prévision des variations barométriques.* Note de M. Gabriel Guilbert, présentée par M. Mascart.

« J'ai l'honneur d'exposer à l'Académie les résultats de mes recherches sur les cartes journalières publiées par le Bureau central météorologique de France.

» L'observation montre que la vitesse du vent n'est point en rapport régulier avec le gradient barométrique : très fréquemment, par gradient *faible*, le vent reste *fort*; inversement, avec un *fort* gradient, on observe des vents *faibles*.

» Néanmoins, on peut dire qu'il existe un vent normal d'après le gradient, c'est-à-dire un vent dont la vitesse croît avec la pente barométrique.

» Lorsque cette relation ne se produit pas, le vent est *anormal*, soit par excès, si le vent est trop violent en raison du gradient observé, soit par défaut, s'il est trop faible.

» Selon nos observations :

» Le vent *normal* est	faible	pour un gradient de	1^{mm}	par degré géographique.
»	modéré	»	2^{mm}	»
»	fort	»	3^{mm}	»
»	violent	»	4^{mm}	»

» L'étude des vents *anormaux* conduit à plusieurs conséquences vérifiées par la pratique :

» Tout vent, *anormal par excès*, donne lieu à une hausse barométrique, survenant dans les 24 heures, le plus souvent proportionnelle à l'excès de vent constaté.

» Inversement, tout vent, *anormal par défaut*, entraîne, également dans les 24 heures, une baisse barométrique, plus ou moins importante selon l'anomalie constatée.

» Et, par voie de conséquence, le vent *normal* n'amène ni hausse, ni baisse.

» Le principe du *vent normal* constitue ainsi une base nouvelle de prévision du temps qui permet la détermination des oscillations barométriques *du lendemain* à la surface de l'Europe.

» Par l'étude des cartes, il sera possible de prévoir, comme nos annonces de mars à mai 1903 l'ont vérifié :

» 1° *La hausse et la baisse barométriques;* leur importance approximative; *l'étendue des zones de haute et basse pression, souvent même leur ligne de partage* (variation nulle);

» 2° L'arrivée des anti-cyclones;

» 3° *La trajectoire des bourrasques, l'accroissement ou l'atténuation des centres de dépression* et, par suite, les modifications diverses du temps, des vents, de la température;

» 4° En certains cas, fort rares il est vrai, *la suppression complète dans les 24 heures,* et quelquefois en 12 heures, *des centres de tempête les plus importants.*

» Cette circonstance permettrait, pour la Marine, d'annoncer la cessation de la tempête et *le retour au calme.*

» Dans ces résultats pratiques, la Météorologie pourra puiser les éléments d'une explication des cyclones, dont l'origine paraît toute superficielle. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur un procédé de cristallisation de corps peu solubles.* Note de M. **A. de Schulten**, présentée par M. A. Ditte.

« Le procédé de diffusion lente qui permet de préparer un grand nombre de corps cristallisés ne pouvant être employé qu'à la température ordinaire, j'ai imaginé un procédé de cristallisation qui permet d'opérer à des températures plus élevées.

» Je ferai ressortir les traits principaux de ce procédé, en décrivant la reproduction de la barytine par son application.

» On chauffe au bain-marie, dans un ballon, une solution de 10^{g} de $BaCl^2 + 2H^2O$ dans 3^{l} d'eau, additionnée de 300^{cm^3} d'acide chlorhydrique concentré, et l'on y fait tomber, goutte à goutte (1 à 2 gouttes par minute), 2^{l} d'acide sulfurique à 2^{g} d'acide par litre.

» Je ferai remarquer que, dans l'application du procédé en question, il est toujours nécessaire que les gouttelettes, en tombant dans la solution, se répandent assez rapidement dans la liqueur. Pourvu que l'écoulement du réactif soit convenablement réglé, le mélange des liqueurs est toujours assuré par les courants de convection provoqués par le chauffage, même modéré, au bain-marie.

» Après 24 heures apparaissent, au fond du ballon, les premiers cristaux de barytine. Ils grossissent peu à peu sans qu'au cours de l'opération on voie la formation du

moindre précipité à l'endroit où tombent les gouttes d'acide sulfurique. Au bout de 1 mois, on recueille 8g à 9g de barytine. (La quantité de H^2SO^4 qui entre en réaction par minute, dans cette expérience, est d'environ 0mg,1.)

» Les cristaux ne mesurent que 0mm,5, mais ils sont remarquables par le nombre de leurs facettes et se distinguent sous ce rapport de la barytine artificielle préparée par d'autres procédés. On observe les faces e^1(011), p(001), h^1(100), a^2(102), m(110), $b^{\frac{1}{2}}$(111), $b^1 b^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{4}}$(124), $b^1 b^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{2}}$(122), a^4(104). Toutes ces faces ont été déterminées par des mesures au goniomètre.

» La densité de cette barytine artificielle, bien cristallisée et très pure, déterminée avec 7g,57 de matière, a été trouvée égale à 4,499 à 15°. Ce chiffre est un peu plus fort que celui trouvé par G. Rose pour la densité d'un cristal incolore de barytine naturelle pure, soit 4,486.

» En opérant comme pour la préparation de la barytine, j'ai obtenu également la célestine et l'anglésite en cristaux mesurables.

» Si l'on fait agir, par le procédé que je viens de décrire, de l'ammoniaque très étendue sur une solution d'alun renfermant une trace d'acide libre, l'hydrate d'aluminium ne se précipite pas sous forme de flocons amorphes mais il se dépose sur les parois du ballon en prismes microscopiques présentant la forme habituelle de l'hydrargillite p(001), h^1(100), m(110). Il m'a paru intéressant de signaler ce fait que l'hydrate d'aluminium, préparé au moyen de la réaction qu'emploient les chimistes journellement, peut revêtir la forme cristallisée par simple ralentissement de la précipitation.

» Par application du procédé en question j'ai obtenu en outre, les espèces minérales suivantes : la monétite, la haidingérite, la newbéryite, la bobierrite, la hœrnésite, l'érythrine, l'annabergite, la cabrérite, l'adamine, la schéelite en cristaux mesurables au goniomètre ou déterminables au microscope. Pour la bobierrite, j'ai pu déterminer approximativement le rapport des axes, ce que la petitesse des cristaux naturels n'avait pas encore permis. Le rapport des axes a pu être déterminé pour la haidingérite artificielle avec une plus grande exactitude que pour le minéral naturel. La newbéryite s'obtient en ces beaux cristaux volumineux que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Il convient de faire remarquer que, quand il s'agit de la préparation de corps cristallisés très peu solubles, tels que l'annabergite, il serait peut-être avantageux de laisser s'écouler, dans un ballon contenant une grande quantité d'eau et chauffé au bain-marie, les deux solutions des corps réagissant l'un sur l'autre, goutte à goutte, soit alternativement, soit de façon

que les gouttes en tombant dans le ballon rencontrent la surface de l'eau dans deux points espacés.

» Je citerai enfin la production, par le procédé qui m'occupe, du phosphate de bismuth, $BiPO^4$, et de l'arséniate correspondant, deux composés parfaitement insolubles dans l'eau, en petits prismes monocliniques.

» *En résumé,* ce procédé de cristallisation est d'une grande simplicité. Il permet de régler exactement les quantités des corps réagissant les uns sur les autres dans l'unité de temps et, ce qui importe surtout pour obtenir des cristaux purs et déterminables, il permet de faire réagir d'une façon continue et régulière des quantités de matière excessivement petites. Il permet, en outre, de nombreuses variations des conditions de l'expérience (température, milieu, etc.). Enfin, le procédé est évidemment susceptible de perfectionnements. J'en ai signalé un ci-dessus; j'ajoute qu'en apportant des modifications appropriées soit à la forme du vase dans lequel s'accomplit la réaction, soit au mode de chauffage, on parviendra sans doute à diminuer le nombre des centres de cristallisation et, par conséquent, à préparer des cristaux de dimensions encore plus grandes.

» J'ai tenu à signaler à l'attention des chimistes les applications que j'ai faites de ce procédé. Il est permis de penser qu'on pourra l'employer d'une façon assez générale à la préparation de corps peu solubles sous forme de cristaux déterminables et à l'étude de la genèse des corps cristallisés; en un mot, qu'il pourra rendre des services au triple point de vue chimique, cristallographique et géologique. »

CHIMIE. — *Sur la substitution des peintures à base de zinc aux peintures à base de plomb.* Note de M. **J.-L. Breton.**

« Ayant soumis à des actions diverses et attaqué par de nombreux réactifs puissants toute une série de peintures à base de céruse, d'oxyde de zinc et de lithopone, nous avons pu établir expérimentalement les faits suivants :

» La céruse résiste mieux que ses succédanés à l'action de certains acides concentrés et, dans certains cas particuliers et d'une façon momentanée, à la pénétration des efflorescences du salpêtre; elle se montre, en revanche, très inférieure sous l'action de la chaleur, des variations brusques de température, des émanations sulfhydriques et de certains oxydants énergiques comme l'hypochlorite de soude.

» De plus, les peintures à la céruse sont sensiblement moins adhérentes que les autres aux supports sur lesquels elles sont appliquées et ont une tendance très marquée à se boursoufler.

» Si l'adjonction d'essence de térébenthine diminue la solidité de toutes les peintures, l'addition de sulfate de baryte à la céruse, tout en amoindrissant notablement son pouvoir couvrant, ne semble pas rendre la peinture moins résistante; de même, l'adjonction de siccatif à l'oxyde de zinc, dans la proportion nécessaire pour donner aux peintures une siccativité équivalente à celle de la céruse, ne nuit en rien à la résistance de la peinture et paraît au contraire, dans certains cas tout au moins, augmenter cette solidité.

» La céruse forme avec l'huile de lin, non pas une combinaison, mais un simple mélange, moins homogène que celui formé par l'oxyde de zinc.

» Par toute une série de méthodes différentes et qui nous ont donné des résultats remarquablement concordants, nous avons comparé les pouvoirs couvrant de la céruse, du lithopone et de l'oxyde de zinc : nous avons pu établir que, à poids égal, le pouvoir couvrant de l'oxyde de zinc est à peu près le double de celui de la céruse, et que le lithopone possède lui-même un pouvoir couvrant supérieur d'un tiers environ à celui du carbonate de plomb.

» A volume égal, le pouvoir couvrant de l'oxyde de zinc reste très supérieur à celui de la céruse; mais comme, à quantités égales le premier de ces corps forme avec l'huile des mélanges beaucoup moins fluides, il est nécessaire, dans la pratique, de tenir plus épaisses les peintures au blanc de zinc pour obtenir le même résultat.

» Enfin nous avons démontré que les peintures fraîches à la céruse émettent des émanations plombiques, pouvant parfois présenter des inconvénients graves pour la santé des personnes amenées à les respirer.

» Nous pensons que cette série d'expériences constitue de nouveaux et décisifs arguments en faveur de la substitution des peintures à base de zinc aux peintures à base de plomb, substitution si souhaitable au point de vue hygiénique et qui ne peut présenter que des avantages au point de vue purement technique. »

CHIMIE. — *Sur l'argent dit colloïdal.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans une Note précédente j'ai montré que le produit commercial désigné sous le nom de *collargol* ne pouvait être envisagé comme une modification allotropique de l'argent, mais était le sel alcalin d'un véritable acide, l'acide collargolique, se prêtant aux doubles décompositions. Ce corps, que j'avais envisagé comme analogue à l'argent colloïdal de Carey Lea, est, en réalité, le corps décrit par Paal comme « argent colloïdal » préparé au moyen du lysalbinate d'argent ».

» Lorsque l'on cherche à le purifier par précipitations au moyen de l'acide acétique dilué et redissolutions dans l'ammoniaque, il reste dans les eaux mères de l'acide lysalbinique et, chaque fois, le précipité s'enrichit en argent et s'appauvrit en azote. Après quatre précipitations, la teneur en ces deux éléments est devenue constante; elle est de 93,1 d'argent et de 0,88 d'azote; en sorte que l'on est conduit à considérer la matière albuminoïde comme faisant partie intégrante de l'acide collargolique et non, comme le voulait Lothermoser, comme une impureté destinée à donner de la stabilité à l'édifice. Si l'on admet, ce qui est bien vraisemblable, que l'azote y est à l'état de lysalbine, le poids de celle-ci serait de 6,1 pour 100, en sorte que la composition de l'acide collargolique serait essentiellement exprimée par

Lysalbine	6,1
Argent	93,1
	99,2

» Il n'était donc pas possible que l'argent s'y trouvât à l'état de protoxyde, d'autant plus que ce corps renferme toujours un peu d'eau presque impossible à chasser complètement sans insolubiliser le produit.

» Pour savoir si l'argent ne s'y trouvait pas à l'état d'un oxyde très inférieur, j'ai chauffé 1^g de ce corps dans le vide de la trompe à mercure, espérant obtenir une petite quantité d'oxygène. J'ai ainsi obtenu 18^{cm^3} de gaz dont $9^{cm^3},8$ étaient de l'acide carbonique et $8^{cm^3},2$ de l'hydrogène. Le rapport de l'hydrogène à l'argent est environ $Ag^{12}H$. On ne peut, il est vrai, tirer dans ce cas de conclusions définitives de la présence de l'hydrogène dans le gaz, car l'albumine seule, soumise à la distillation dans le vide, donne une petite quantité d'hydrogène. Toutefois, les 0,06 de matière albu-

minoïde contenue dans 1g d'acide collargolique n'auraient guère fourni que 1cm³ d'hydrogène au lieu des 8cm³ que j'ai recueillis avec l'acide collargolique.

» J'ai ensuite préparé l'argent dit colloïdal par la méthode de Carey Lea modifiée par Schneider, pour le comparer avec l'acide collargolique. Malgré de nombreuses tentatives de purification, je n'ai pu l'obtenir exempt d'un peu de fer, d'acide sulfurique et même de matière organique, bien que celle-ci finisse par être presque impondérable. Du reste, je n'ai pas pu obtenir les teneurs de 97,8 et 98,1 d'argent indiquées par Carey Lea. Quand le produit restait soluble, je n'ai jamais dépassé 89,3 d'argent. Ce corps est d'une purification difficile; sous l'action d'un grand nombre de réactifs, une partie se précipite à l'état définitivement insoluble en même temps qu'il reste dans la solution un sel ferreux. Schneider, qui a décrit une méthode de purification de ce corps, est arrivé à des résultats analogues : le plus pur qu'il ait pu préparer contenait, par litre de solution, 13g,26 d'argent et 0,199 de fer.

» Ce corps est bien différent du collargol et présente une instabilité beaucoup plus grande qui rend sa purification fort difficile. Il précipite par l'acide acétique très dilué et, si l'on neutralise immédiatement par l'ammoniaque l'acide ajouté, on peut encore redissoudre le précipité qui devient insoluble dans ce réactif par un contact plus prolongé avec l'acide. Un excès d'acide acétique le redissout.

» MM. Chassevant et Posternak, se fondant sur la solubilité de l'argent colloïdal dans l'acide acétique, lui contestent la fonction acide, disant qu'il serait aussi logique d'admettre que ce corps est une base. L'argent colloïdal semble, en effet, comme bien d'autres corps, posséder cette double fonction : du reste, MM. Chassevant et Posternak en ont préparé le sel de cuivre, ce qui confirme bien sa réaction acide.

» Je l'ai soumis comme le précédent à la distillation sèche dans le vide et j'ai recueilli pour 1g de matière : 10cm³,1 d'acide carbonique et 8cm³,2 d'hydrogène, ce qui donne sensiblement le même rapport que précédemment $Ag^{12}H$. Ici la quantité de matière organique est beaucoup trop faible pour que l'on puisse lui attribuer l'hydrogène constaté; mais à la grande rigueur on pourrait supposer que cet hydrogène est dû à l'action de l'eau sur le sel ferreux. Ici encore la quantité d'hydrogène observée serait environ trois fois plus grande que celle qui pourrait provenir de la décomposition du sel ferreux.

» Je me propose de montrer prochainement qu'il existe d'autres *argents colloïdaux* différents des précédents et que l'on peut également envisager comme des dérivés hydrogénés complexes de l'argent. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la fusibilité des mélanges de sulfure d'antimoine et de sulfure d'argent.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. Henri Moissan.

« Lorsque, à du sulfure d'antimoine, on ajoute des quantités régulièrement croissantes de sulfure d'argent, on observe que le point de solidification du mélange homogène obtenu varie irrégulièrement avec la proportion du dernier corps. Ce sont ces variations que je me suis proposé d'étudier.

» Les deux corps sont fondus dans un tube de verre que l'on peut chauffer, puis laisser refroidir aussi lentement qu'on le veut; une pince thermo-électrique convenablement isolée et protégée par des tubes de verre plonge dans la masse liquide que l'on rend parfaitement homogène par agitation; cette pince est reliée à un galvanomètre à microscope de M. Carpentier.

» Il est très facile dans ces conditions d'étudier le refroidissement du mélange des sulfures et de tracer, dans chaque cas, une courbe qui donne la température en fonction du temps. Chaque courbe présente en général deux paliers, celui qui correspond à la température la plus élevée donne *le point de solidification commençante,* l'autre *le point de solidification finissante.* Pour les températures comprises entre ces deux limites, le corps est un mélange plus ou moins pâteux de liquide et de solide. Quelquefois l'un des deux paliers est peu sensible; pour le déceler on note, comme l'a indiqué M. H. Gautier [1], les déplacements du réticule au moyen d'un compteur à secondes et l'on cherche sur le Tableau que l'on dresse, quelle est la division du micromètre qui correspond au plus grand intervalle de temps. C'est la température de solidification commençante qui doit être considérée comme le point de fusion ou de solidification du mélange. La courbe que l'on peut construire en portant en abscisse le rapport R, exprimé en centièmes de la masse de sulfure d'argent à la masse totale du mélange, en ordonnée la température de solidification correspondante, est *la courbe de fusibilité* du mélange.

» Dans l'exemple que nous avons étudié, la courbe de fusibilité comprend six portions de droites, dont deux sont réunies par un petit arc de courbe.

---

[1] H. Gautier, *Bulletin de la Société d'encouragement,* 5e série, t. I, p. 1295.

» Une première droite joint le point de fusion du sulfure d'antimoine pur au point de fusion d'un mélange renfermant 17,5 pour 100 de sulfure d'argent. Ces deux températures sont respectivement 562° et 438°. La présence du sulfure d'argent dans le mélange a donc pour effet tout d'abord d'abaisser très régulièrement le point de solidification de celui-ci. Dans ces limites il nous a été impossible de mettre en évidence le point de solidification finissante.

» Deux autres parties droites inclinées dans des sens différents viennent ensuite. Elles sont raccordées par un petit arc de courbe, et tandis que l'une d'elles aboutit à l'extrémité de la droite précédente, l'autre est limitée au point qui correspond au mélange à 52,7 pour 100 de sulfure d'argent; le point de solidification de ce mélange est voisin de 440°. L'ordonnée maxima de l'arc de courbe qui représente la température de 503° est celle du point pour lequel le rapport R est égal à 42,50 environ. Ce maximum de la température de solidification indique l'existence d'une combinaison définie dont la formule est $Sb^2S^3.Ag^2S$; ce composé renferme en effet 42,46 pour 100 de sulfure d'argent. Les deux maxima 438° et 440° qui correspondent respectivement aux mélanges à 17,5 pour 100 et 52,7 pour 100 de sulfure d'argent sont les points de solidification de deux mélanges *eutectiques;* le second de ces eutectiques a une composition voisine de celle qui répond à la formule $2Sb^2S^3.3Ag^2S$.

» Les mélanges eutectiques se solidifiant à la manière d'un corps unique, ne présentent qu'un seul point de solidification; nous avons très nettement observé ce fait. Les mélanges intermédiaires nous ont donné un point de solidification finissante voisin de 440°.

» La courbe de fusibilité comprend encore deux parties rectilignes qui suivent les précédentes et dont le point d'intersection a pour abscisse $R = 68,8$; le composé défini qui correspond à ce nouveau maximum répond à la formule $Sb^2S^3.3Ag^2S$. Un troisième eutectique, qui fond vers 454°, vient ensuite, il renferme 79 pour 100 de sulfure d'argent, sa composition lui assigne une formule qui diffère un peu de $Sb^2S^3.5Ag^2S$. Enfin, les mélanges plus riches en sulfure d'argent fondent à des températures qui croissent très rapidement avec la proportion de ce corps.

» Entre les valeurs $R = 79$ et $R = 93,65$, les points de la courbe de fusibilité sont sur une ligne droite très inclinée, dont les ordonnées extrêmes correspondent respectivement aux températures 454° et 725°.

» Cette droite prolongée rencontre la droite parallèle à l'axe des ordonnées et qui passe par le point $R = 100$, en un point dont l'ordonnée est 830° environ; or, directement, nous avons trouvé que le sulfure d'argent pur fond vers 840°-845°. On peut donc dire que la dernière droite de la courbe de fusibilité se dirige vers le point de fusion de ce dernier corps.

» *Remarque.* — C'est avec les mélanges pour lesquels R est supérieur à 79 que l'on distingue avec le plus de netteté les points de solidification et de fusion commençante et finissante. Pour bien déceler le premier, il faut que le refroidissement de la substance soit suffisamment lent. Nous avons observé que quand R est supérieur à 79, le point de solidification finissante a toujours une valeur voisine de 450°; il ne baisse que très légèrement quand R croît.

» En résumé, la courbe de fusibilité du mélange des sulfures d'argent et

d'antimoine peut être construite complètement, elle présente deux ordonnées maxima qui indiquent l'existence de deux combinaisons définies $Sb^2S^3.Ag^2S$, $Sb^2S^3.3Ag^2S$, elle présente en outre trois ordonnées minima assez peu différentes et qui correspondent à trois mélanges eutectiques différents. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'éthérification de l'acide sulfurique.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai indiqué en 1880, dans plusieurs Notes aux *Comptes rendus* et dans un Mémoire inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique* (5e série, t. XXI) les résultats obtenus dans un travail sur l'éthérification des acides minéraux (chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique et sulfurique). Dans un grand nombre d'essais, la lenteur avec laquelle s'établit l'équilibre final, surtout dans l'éthérification de l'acide chlorhydrique et dans la rétrogradation observée dans le cas de l'acide sulfurique, ne m'avait permis d'observer que les premières phases de l'éthérification. J'ai analysé de nouveau les mélanges préparés en 1878, depuis 25 ans, conservés dans des ballons scellés, à la température ordinaire. La rupture de plusieurs ballons, et d'autre part, dans un assez grand nombre de mélanges, la séparation d'une partie des éthers formés, sous l'action de l'eau résultant de l'éthérification, ou introduite dans les solutions initiales, a réduit le nombre de ces nouveaux dosages. J'ai éliminé tous les mélanges qui n'étaient pas restés homogènes. Les résultats obtenus, dont on trouvera ailleurs le détail dans un Mémoire plus étendu, bien qu'ainsi restreints, permettent de compléter l'étude commencée en 1880.

» *Acide sulfurique et alcool.* — La rétrogradation de la proportion d'acide neutralisée, après que cette proportion a atteint un maximum, déjà observée à 100° par M. Berthelot, se produit également, comme je l'ai constaté autrefois, à des températures inférieures, telles que 44°. Mais cette rétrogradation, due à la formation de l'éther ordinaire, avec mise en liberté d'eau, était à peine indiquée à la température ordinaire, par mes essais précédents. Les nouveaux dosages effectués font voir qu'elle se produit bien réellement à la température ordinaire et qu'elle continue jusqu'à une limite qui est indépendante de la température.

» J'ai déjà montré que les limites correspondant à 100° et à 44° sont les mêmes. Dans les mélanges où l'alcool n'est pas en excès par rapport à l'acide, et dans la composition initiale desquels il n'entre pas d'eau, ou seulement une petite quantité, on peut constater, au bout de 25 ans, que l'équilibre final est encore le même à la température ordinaire qu'à 44° et à 100°.

» Je citerai les résultats suivants :

Composition des liqueurs initiales.	Proportion d'acide neutralisé sur 100 parties d'acide initial. Maximum observé avant la rétrogradation.	Après 25 ans à la température ordinaire.	Après 221 jours à 44°.	Après 154 heures à 100°.
$SO^4H^2 + C^2H^6O$..........	29,5	22,2	22,2	22,7
$SO^4H^2 + C^2H^6O + \frac{1}{4}H^2O$...	26,5	19,2	18,7	18,5
$SO^4H^2 + C^2H^6O + \frac{1}{2}H^2O$...	24,2	16,5	16,8	16,9

» Ces proportions qui doivent être multipliées par 2, pour évaluer en acide sulfovinique l'acide sulfurique éthérifié, ne représentent pas encore tout à fait les limites finales correspondant à la composition initiale, ainsi que l'indique une très légère diminution observée après 25 ans sur les solutions chauffées au début à 44° et à 100°, mais elles paraissent en être fort voisines.

» Quant aux mélanges contenant l'acide sulfurique plus dilué, les différences que l'on observe encore à la température ordinaire et à 44° ou à 100° montrent que la rétrogradation n'y est que commencée après 25 ans. L'équilibre final qui, dans l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool correspond à une rétrogradation complète, n'est atteint qu'après un temps beaucoup plus considérable que le premier équilibre instable correspondant à un maximum dans la proportion de l'acide éthérifié. Tandis que, dans un mélange à molécules égales d'acide sulfurique et d'alcool, le maximum d'éthérification est atteint immédiatement à la température ordinaire, il faut plus de 24 heures à 100°, plus de 221 jours à 44° pour atteindre la limite de rétrogradation. Si la dilution de l'acide dans l'alcool augmente et si les mélanges initiaux contiennent de l'eau, il faut plusieurs jours à 100°. La durée de cette seconde phase de la réaction est de même ordre que celle de l'éthérification directe des acides les plus lents à éthérifier, tels que l'acide chlorhydrique. Les résultats que j'ai obtenus avec les mélanges contenant une proportion notable d'alcool ou d'eau montrent que la limite de rétrogradation ne serait probablement atteinte qu'après plusieurs siècles.

» Quelle que soit la lenteur plus ou moins grande du phénomène, l'identité que l'on constate dans les limites d'éthérification montre que l'éther ordinaire se produit finalement dans une même proportion à toute température, bien qu'avec des vitesses différentes, par l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool. Je me propose de montrer, dans une prochaine Note, qu'il n'en est pas de même avec les hydracides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'acide aminopyromucique et de la furfuranamine.* Note de M. R. MARQUIS, présentée par M. H. Moissan.

» L'acide nitropyromucique, préparé autrefois par Klinkhardt (¹), avait été soumis par ce chimiste à l'action réductrice de l'étain et de l'acide chlorhydrique; il ne s'était formé, dans ces conditions, que de l'acide succinique, de l'acide carbonique et de l'ammoniaque.

» Je suis arrivé à obtenir un dérivé aminé en réduisant, par l'amalgame d'aluminium, le nitropyromucate d'éthyle dont j'ai indiqué la préparation il y a quelque temps (²).

» AMINOPYROMUCATE D'ÉTHYLE $C^4H^2O\langle^{NH^2}_{CO^2C^2H^5}$. — La dissolution de 30g de nitropyromucate d'éthyle dans un mélange de 150cm³ d'alcool et 500cm³ d'éther étant placée dans un ballon, on y ajoute 10g d'aluminium en copeaux, amalgamé par le procédé de Wislicenus et Kauffmann (³). La réduction commence immédiatement avec un assez vif dégagement de chaleur, il convient de plonger le ballon dans l'eau froide pour éviter l'ébullition du liquide.

» Au bout de 12 heures la réaction est terminée, on filtre l'alumine à la trompe et l'on distille la solution au bain-marie. Le résidu cristallise par refroidissement, on le purifie par quelques cristallisations dans un mélange de 3vol de benzène et de 1vol d'alcool.

» Le rendement de cette opération n'est que de 50 pour 100 environ; cela tient à ce que l'alumine formée retient énergiquement une partie de la matière organique que l'on ne peut plus lui enlever par des dissolvants neutres; cette alumine reste colorée en rouge.

» L'aminopyromucate d'éthyle cristallise en prismes incolores fondant à 95°, il est assez soluble dans l'eau chaude, très peu soluble dans l'eau froide, soluble dans tous les solvants organiques, la ligroïne exceptée, il est toutefois peu soluble dans le benzène froid.

» Il est impossible de saponifier cet éther sans désagréger complètement la molécule; les alcalis, aussi bien que les acides dilués, en séparent de l'ammoniaque, en même temps qu'il se forme des résines; l'eau même, à 120°, provoque une résinification complète.

(¹) *Journal für praktische Chemie,* 2e série, t. XXV, p. 51.
(²) *Comptes rendus,* t. CXXXV, p. 505.
(³) *Berichte,* t. XXVIII, p. 1983.

» Acétaminopyromucate d'éthyle $C^4H^2O\left\langle\begin{matrix}NH-CO-CH^3\\CO^2C^2H^5\end{matrix}\right.$. — Le dérivé acétylé de l'aminopyromucate d'éthyle s'obtient facilement en chauffant ce dernier au bain-marie avec le double de la quantité théorique d'anhydride acétique; l'éther aminé se dissout d'abord, puis la liqueur se prend subitement en masse au bout de quelques minutes. On étend d'eau, on filtre à la trompe et on lave à l'eau froide. La purification du dérivé acétylé s'effectue facilement par cristallisation dans l'acétone bouillante. Rendement : 96 pour 100.

» L'acétaminopyromucate d'éthyle paraît exister sous deux formes distinctes. En effet, la solution acétonique bouillante l'abandonne par refroidissement en paillettes blanches qui, séparées immédiatement de l'eau mère, fondent à 173°,5 puis se resolidifient immédiatement pour ne fondre ensuite qu'à 177°,5; d'autre part, si on laisse les paillettes au contact de leur eau mère, elles se transforment en quelques heures en petits prismes courts, brillants, qui fondent, immédiatement cette fois, à 177°,5.

» Bien que les deux points de fusion soient relativement rapprochés, ils se différencient très nettement; l'analyse ne révèle d'ailleurs aucune différence de composition entre les deux espèces de cristaux.

» L'acétylaminopyromucate d'éthyle présente les caractères d'un acide faible, il est soluble dans les alcalis dilués, mais ces solutions sont précipitées par l'acide carbonique.

» Benzoylaminopyromucate d'éthyle. — On l'obtient en ajoutant la quantité théorique de chlorure de benzoyle à la solution pyridique de l'éther aminé, l'eau le précipite sous la forme d'une résine que l'on purifie par des cristallisations successives dans la ligroïne et dans le sulfure de carbone. Il forme des aiguilles blanches, fusibles à 99°-100°, solubles dans tous les solvants organiques, peu stables et se résinifiant facilement; il est également soluble dans les alcalis.

» Acide acétaminopyromucique : $C^4H^2O\left\langle\begin{matrix}NH.CO.CH^3\\CO^2H\end{matrix}\right.$. — L'aminopyromucate d'éthyle est saponifié facilement par le carbonate de potassium en solution à 5 pour 100, à l'ébullition; l'acide est précipité par HCl, lavé à l'eau et essoré. On le purifie par cristallisation dans l'acétone ou l'acide acétique bouillants. Rendement : 79 pour 100.

» L'acide acétaminopyromucique forme de très petites aiguilles blanches se décomposant vers 285°, très peu solubles dans l'eau et l'alcool, un peu plus solubles dans l'acétone et l'acide acétique bouillants, il se décompose assez rapidement au sein de ce dernier solvant.

» *Sel de potassium :* $C^7H^6O^4N.K, 5H^2O$. — On l'obtient en dissolvant l'acide dans la quantité théorique de CO^3K^2, il cristallise de sa solution aqueuse concentrée en paillettes ou en longues aiguilles, extrêmement solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool.

» *Sel de calcium :* $(C^7H^6O^4N)^2Ca.7H^2O$. — On le prépare en saturant l'acide par CO^3Ca; il cristallise par évaporation de sa solution aqueuse en prismes incolores qui sont efflorescents dans le vide sec.

» *Sel de cuivre.* — Il cristallise en aiguilles vertes peu solubles dans l'eau froide, assez solubles dans l'eau bouillante.

» Acétylfurfuranamine : $C^4H^3O-NH-CO.CH^3$. — Ce composé s'obtient en en-

levant CO^2 à l'acide acétaminopyromucique. Cette élimination ne peut se faire par l'action de la chaleur seule à cause du point de décomposition trop élevé de l'acide, mais on peut la réaliser facilement en chauffant celui-ci au sein d'une base tertiaire, telle que la quinoléine.

» Dans ces conditions le dégagement d'acide carbonique se manifeste dès 165°, il est très vif à 170°.

» Il est préférable, en vue de l'isolement du produit formé, de remplacer la quinoléine par la pyridine en opérant, bien entendu, en tubes scellés; on chauffe entre 170° et 180°.

» La pyridine en excès est chassée par évaporation dans le vide à froid, le résidu est cristallisé dans le benzène bouillant.

» L'acétylfurfuramine forme des paillettes fusibles à 112°; elle est très soluble dans tous les solvants organiques, sauf le benzène dans lequel elle n'est que peu soluble à froid, et la ligroïne, soluble dans l'eau chaude, peu soluble dans l'eau froide.

» Je n'ai jamais pu obtenir ce corps complètement incolore malgré des cristallisations répétées, il conserve toujours une légère teinte jaune; d'ailleurs, au cours de ces cristallisations, il se résinifie en partie.

» L'acétylfurfuramine est décomposée par les alcalis et par les acides minéraux; dans les deux cas, il y a formation d'ammoniaque. »

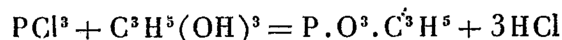
CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du trichlorure de phosphore sur la glycérine.* Note de M. **P. Carré**, présentée par M. H. Moissan.

« MM. Lumière et F. Perrin (1) ont indiqué la réaction suivante, du trichlorure de phosphore sur la glycérine :



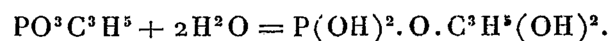
$$PCl^3 + C^3H^5(OH)^3 = P(OH)^2.O.C^3H^5(OH)^2 + 3HCl,$$

équation dans laquelle il a sans doute été oublié 2^{mol} d'eau au premier membre, car l'obtention de cet éther phosphoreux à partir du trichlorure de phosphore et de la glycérine, avec élimination de 3^{mol} d'acide chlorhydrique, ne peut s'expliquer qu'en admettant tout d'abord la réaction



$$PCl^3 + C^3H^5(OH)^3 = P.O^3.C^3H^5 + 3HCl$$

et l'action ultérieure de l'eau qui donnerait



$$PO^3C^3H^5 + 2H^2O = P(OH)^2.O.C^3H^5(OH)^2.$$

La même étude m'a conduit à des composés différents, et ne m'a pas

(1) *Comptes rendus*, 21 octobre 1901.

fourni l'acide glycérophosphoreux déjà obtenu [1] par action directe de l'acide phosphoreux sur la glycérine.

» Le trichlorure de phosphore (1^{mol}) versé peu à peu sur la glycérine anhydre (1^{mol}) donne naissance à un vif dégagement d'acide chlorhydrique. Le départ d'acide chlorhydrique est compris entre 2^{mol} et 3^{mol} et est d'autant plus élevé que la température de réaction est plus basse. On évite très facilement une trop forte élévation de température, en utilisant une solution éthérée de trichlorure. On ne peut cependant descendre au-dessous d'une certaine limite (30°-35°), car le trichlorure de phosphore ne réagit plus sur la glycérine. Le produit brut de la réaction est maintenu dans le vide à 100° en présence d'un alcali, afin d'enlever tout l'acide chlorhydrique formé. Repris par l'eau, il ne renferme plus de chlore, directement décelable à l'azotate d'argent. Mais, après saponification par un alcali, on retrouve la quantité de chlore non éliminée à l'état d'acide chlorhydrique.

» Les éthers phosphoreux formés sont saponifiés par une courte ébullition ($\frac{1}{4}$ d'heure) de leur solution aqueuse. L'acide phosphoreux est éliminé à l'état de sel de baryum insoluble, et la liqueur filtrée, évaporée au bain-marie. Le résidu repris par l'alcool et soumis à la distillation fractionnée fournit la monochlorhydrine α de la glycérine $CH^2OH - CHOH - CH^2Cl$.

» Je n'ai pas constaté la présence de monochlorhydrine β. La réaction du trichlorure de phosphore sur la glycérine doit donc fournir à la fois un éther phosphoreux de la glycérine et un éther phosphoreux de la monochlorhydrine α de la glycérine.

» Le produit brut de la réaction repris par l'eau est monoacide à l'hélianthine et à la phtaléine, et par ce dosage alcalimétrique on retrouve la totalité du phosphore renfermé dans le mélange. L'ébullition avec un excès de liqueur titrée exige, au virage à la phtaléine, le double de l'alcali nécessaire pour neutraliser le produit à froid, plus une certaine quantité correspondant précisément au chlore fixé sur la glycérine; ce qui est une vérification des déterminations précédentes.

» Afin de déterminer le mode d'action de l'eau sur les éthers formés, j'ai préparé les sels de calcium et de baryum correspondants (il est préférable de faire les sels de calcium, la solubilité de certains sels minéraux de calcium dans l'alcool rend en effet la purification plus facile).

» Le mélange repris par l'eau, aussi froide que possible, est traité par le carbonate de chaux et la chaux, jusqu'à neutralité de la phtaléine; on filtre et précipite par l'alcool.

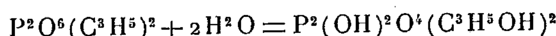
» Le sel obtenu est purifié par plusieurs précipitations à l'alcool, après lesquelles il ne renferme plus de chlore. Récemment précipité, il a l'aspect cristallin, mais se rassemble rapidement en une masse pâteuse. Il a été séché à 100° dans le vide. C'est un sel très soluble dans l'eau. Cette préparation m'a conduit une seule fois au sel $P^2O^4(C^3H^5OH)^2O^2Ca$, mais dans tous les autres cas, et cela malgré de nombreuses tentatives, j'ai toujours obtenu un composé répondant à la formule



$$P^2(OH)^2O^2.C^3H^5.OH.O^2Ca.$$

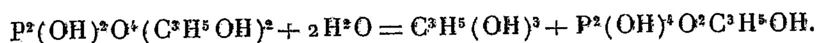
[1] P. Carré, *Comptes rendus*, 21 novembre 1901.

» L'éther phosphoreux de la glycérine formé dans la réaction doit donc correspondre à la constitution $P^2O^6(C^3H^5)^2$. Ce composé donne tout d'abord avec l'eau :



$$P^2O^6(C^3H^5)^2 + 2H^2O = P^2(OH)^2O^4(C^3H^5OH)^2$$

et ce dernier corps, très instable, perd sous l'influence de l'eau une molécule de glycérine :

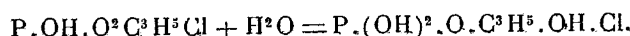


$$P^2(OH)^2O^4(C^3H^5OH)^2 + 2H^2O = C^3H^5(OH)^3 + P^2(OH)^4O^2C^3H^5OH.$$

» La liqueur alcoolique provenant de la précipitation du sel ci-dessus renferme à l'état de sel de calcium l'éther phosphoreux de la monochlorhydrine de la glycérine. Il a été précipité par addition d'acétone. Pour le purifier et éliminer le sel de l'éther fourni par la glycérine, on le reprend par l'alcool et le précipite de nouveau par l'acétone. On recommence ce traitement plusieurs fois et l'on obtient finalement le sel $[P.OH.O.C^3H^5.OH.Cl]^2O^2Ca$.

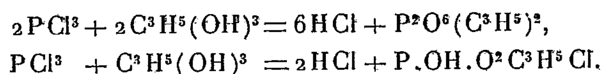
» L'analyse donne cependant toujours des chiffres un peu faibles en chlore, ce qui provient sans doute de la difficulté d'éliminer complètement le sel de calcium du premier éther.

» L'obtention de ce sel et les considérations ci-dessus nous conduisent à admettre pour l'éther phosphoreux de la monochlorhydrine formé primitivement la constitution $P.OH.O^2C^3H^5Cl$. Ce composé mis en solution aqueuse fixe 1^mol d'eau :



$$P.OH.O^2C^3H^5Cl + H^2O = P.(OH)^2.O.C^3H^5.OH.Cl.$$

» La réaction du trichlorure de phosphore sur la glycérine peut donc être exprimée au moyen des deux équations suivantes :



$$2PCl^3 + 2C^3H^5(OH)^3 = 6HCl + P^2O^6(C^3H^5)^2,$$
$$PCl^3 + C^3H^5(OH)^3 = 2HCl + P.OH.O^2C^3H^5Cl.$$

» En résumé, le trichlorure de phosphore se comporte avec la glycérine de même façon qu'avec le glycol. Il fournit un éther phosphoreux de la glycérine $P^2O^6(C^3H^5)^2$ et un éther phosphoreux de la monochlorhydrine et de la glycérine $P.OH.O^2C^3H^5Cl$; lesquels sont immédiatement décomposés par l'eau froide pour donner les composés $P^2(OH)^4O^2C^3H^5OH$ et $P(OH)^2O.C^3H^5OHCl$, isolés à l'état de sels de calcium.

» Il est à remarquer que l'action du trichlorure de phosphore sur le glycol et la glycérine conduit à des éthers renfermant 2^mol d'acide phosphoreux pour 1^mol d'alcool polyatomique, alors que la réaction directe de l'acide sur ces alcools n'a jamais permis de fixer qu'une seule molécule d'acide sur 1^mol de glycol ou de glycérine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'hydrogène sulfuré sur la méthyléthylcétone* (butanone). Note de M. F. LETEUR, présentée par M. A. Ditte.

« En faisant réagir, à basse température, l'hydrogène sulfuré sur une solution d'acétone ordinaire dans l'acide chlorhydrique concentré, Fromm et Baumann (*Berichte*, t. XXII, p. 1035) sont parvenus à remplacer l'oxygène par le soufre et ont obtenu un trimère de la propanethione qu'ils ont nommé *trithioacétone*. Il m'a paru intéressant d'essayer la même réaction sur la butanethione.

» J'ai été, toutefois, amené à modifier le procédé employé par ces savants pour les raisons suivantes : 1° la présence d'une certaine quantité d'eau ne peut que modérer ou entraver la réaction; 2° les cétones étant susceptibles de s'altérer sous l'influence de l'acide chlorhydrique, il pourrait être à craindre qu'on n'opérât en même temps sur les produits de leur décomposition.

» Pour éviter autant qu'il est possible ces inconvénients, j'ai opéré à très basse température et en l'absence de l'eau.

» Une quantité pesée de *méthyléthylcétone* (butanone) pure est introduite dans un matras d'essayeur de dimensions convenables et le tout placé dans un mélange de glace pilée et de chlorure de calcium cristallisé. Quand le thermomètre marque de — 28° à — 30° on fait passer un courant de HCl bien desséché.

» L'absorption du gaz chlorhydrique est immédiate et totale pendant un temps assez long, puis des fumées abondantes indiquent le point de saturation.

» Le matras pesé indique une augmentation de 15g pour 25g de butanone employée : un composé d'addition $CH^3 - C(OH)Cl - C^2H^5$ exigerait seulement 12g,5.

» On substitue alors au courant de HCl un courant de H^2S desséché en maintenant toujours la température aux environs de — 30°. Pour les quantités indiquées, la réaction est terminée au bout de 7 heures.

» On laisse revenir lentement le matras à la température ordinaire et l'on constate la formation de deux couches de liquide : l'une incolore surnageant, la seconde fortement colorée en brun rougeâtre.

» Cette dernière, séparée par décantation, est fortement acide, presque totalement soluble dans l'eau et ne laisse déposer qu'une petite quantité d'un corps paraissant identique au liquide incolore. Celui-ci constitue une huile douée d'une odeur des plus désagréables et analogue à celle des mercaptans; elle ne se solidifie pas à — 30°.

» Traitée par un courant de vapeur d'eau, elle abandonne une petite quantité d'un corps huileux à odeur insupportable mais l'entraînement s'arrête bientôt et le résidu se colore légèrement en jaune ambré. Il est opaque, il possède une odeur désagréable, est un peu plus dense que l'eau et produit avec la plus grande facilité les phénomènes de Plateau.

» Décanté et abandonné dans le vide sec pendant plusieurs jours, il devient d'une limpidité parfaite et perd la presque totalité de son odeur qui est vraisemblablement due à une impureté.

» L'analyse a porté sur des portions encore fortement odorantes. Le dosage du soufre a été effectué par la méthode de Carius, l'action de l'acide azotique concentré sur ce corps est des plus violentes et une flamme se produit par le mélange en tube scellé des deux liquides. Une température de 150°, maintenue pendant 5 heures, suffit à sa décomposition complète. La combustion a été effectuée au moyen du chromate de plomb.

» Les nombres obtenus conduisent à la composition $(C^4H^8S)^x$, qui est celle de la butanethione ou d'un polymère.

» La décomposition de ce corps par la distillation sous la pression ordinaire ne permet pas de déterminer sa densité de vapeur. Sa grandeur moléculaire a été déduite de deux déterminations cryoscopiques effectuées dans le benzène; elles ont donné les nombres 241,1 et 245,6. La formule $(C^4H^8S)^3$ exigerait 264.

» On doit donc considérer ce corps comme un trimère de la butanethione encore inconnue.

» Cette substance ne se solidifie pas à $-25°$. Elle est de couleur ambrée, douée d'une faible odeur alliacée, presque totalement insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool à 95°, l'éther, le sulfure de carbone, le chloroforme, le benzène et l'acide acétique. Son poids spécifique est un peu supérieur à celui de l'eau.

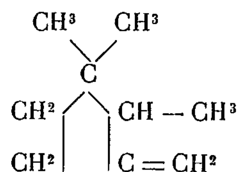
» Distillée à la pression ordinaire, elle ne présente pas de point d'ébullition fixe et se décompose en donnant des liquides volatils et des matières goudronneuses.

» Sous pression réduite, à 175^{mm}, il ne passe d'abord qu'une petite quantité d'un liquide rouge orangé et la température monte rapidement à 238°, où elle se maintient constante. Toutefois, par des distillations répétées, le liquide rouge paraît augmenter en forte proportion et il semble qu'il y ait là une véritable décomposition. Les produits qui en dérivent sont à l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux nouveaux carbures isomères du campholène et du camphène.* Note de MM. L. **Bouveault** et G. **Blanc**, présentée par M. A. Haller.

« Le but de ce travail était de préparer des carbures renfermant le groupement $=CH^2$, afin de pouvoir comparer leurs propriétés avec celles des carbures connus, campholène et camphène.

» 1° *Triméthyl-1.1.2-méthylène-3-cyclopentane :*



» Ce carbure a été obtenu par la série de réactions suivantes : le dihydro-β-aminocampholène ([1]), obtenu par réduction du nitrile isolauronolique, a été transformé en méthyliodure d'ammonium quaternaire, puis en hydrate. Cet hydrate, soumis à la distillation, se dédouble en le carbure cherché et en triméthylamine.

» *Iodure de triméthyldihydro-β-campholène-ammonium* $C^8H^{15}CH^2Az(CH^3)^3I$. — On l'obtient aisément en ajoutant successivement, à une solution dans l'alcool méthylique de dihydro-β-aminocampholène, les quantités théoriques d'iodure de méthyle et de potasse dissoutes également dans l'alcool méthylique. La première et la deuxième méthylation sont presque instantanées; la troisième nécessite un chauffage de quelques minutes; le méthyliodure peut être facilement séparé de l'iodure potassique par précipitation, au moyen d'une solution concentrée de carbonate de soude. Finalement, on le fait cristalliser dans l'eau ou dans l'alcool méthylique, solvants dans lesquels il est modérément soluble.

» Il forme de magnifiques cristaux, fusibles vers 270° avec décomposition.

» L'*hydrate* $C^8H^{15}CH^2Az(CH^3)^3.OH$ s'obtient par digestion du méthyliodure avec la quantité calculée d'oxyde d'argent.

» Il est extrêmement soluble dans l'eau et forme une masse blanche confusément cristallisée. Son chlorhydrate et son sulfate sont extrêmement solubles dans l'eau. Le *chloroplatinate* $[C^8H^{15}.CH^2.Az(CH^3)^3Cl]^2PtCl^4$ est en aiguilles orangées, peu solubles dans l'eau et l'alcool.

» *Triméthyl-1.1.2-méthylène-3-cyclopentane* C^9H^{16}. — L'hydrate d'ammonium précédent est relativement fort stable et ne se décompose que difficilement par la distillation. En outre le rendement en carbure C^9H^{16} est mauvais; à côté de la réaction principale, en effet, on a la réaction suivante :



$$C^8H^{15}CH^2.Az(CH^3)^3OH = CH^3OH + C^8H^{15}CH^2Az(CH^3)^2$$

on sépare la base tertiaire du carbure par agitation avec l'acide sulfurique étendu.

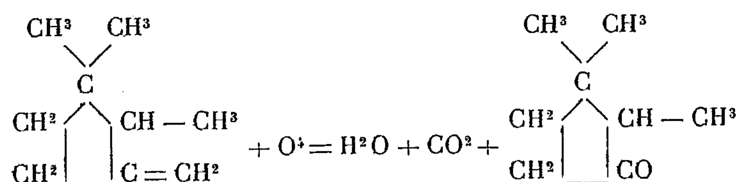
» La base tertiaire peut être à nouveau convertie en iodure d'ammonium quaternaire et ce dernier en oxyde qui est soumis à la distillation.

» Le *triméthyl-1.1.2-méthylène-3-cyclopentane* est un liquide mobile, d'odeur térébenthinée, bouillant à 138°-140° (le campholène bout à 134°). Il se résinifie au contact de l'air avec la plus grande facilité en donnant un produit transparent, presque solide. Soumis à l'action de l'acide iodhydrique sec au sein de l'éther de pétrole, il ne fournit point de dérivé cristallisé comme le fait son isomère. La

([1]) G. Blanc, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIII, p. 107.

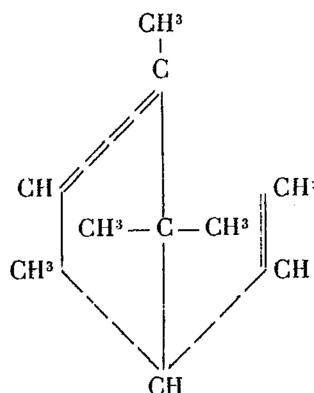
constitution de ce nouveau carbure a été démontrée par oxydation. Cette dernière a été effectuée par le permanganate de potassium en milieu neutre ou légèrement alcalin d'abord, ensuite en milieu acide par l'acide sulfurique. L'entraînement par la vapeur d'eau fournit une cétone d'une odeur pénétrante de camphre et de menthe, dont l'oxime fond à 104°-105°, et qui, par comparaison, a été trouvée identique avec l'oxime de la 2.3.3-triméthylcyclopentanone de W.-A. Noyes (1).

» On a donc bien



» La base tertiaire que l'on obtient concurremment avec le carbure ci-dessus décrit est un liquide mobile, d'odeur de poisson, bouillant à 191°-192°. Son *chlorhydrate* $C^8H^{15}CH^2Az(CH^3)^2ClH$ est très soluble dans l'eau et l'alcool; il cristallise dans l'acétone en petits prismes fondant à 166°-167°. Le *chloroplatinate* est en aiguilles rouge orangé, fondant à 162°-163° avec décomposition.

» *Triméthyl*-1.1.5-*éthène*-2-*cyclopenthène*-4.5 :



» Ce carbure, isomère du camphène, s'obtient comme le précédent, mais en partant de l'α-camphylamine, produit de réduction du nitrite α-campholénique. L'*iodure d'ammonium quaternaire* correspondant $C^8H^{13}CH^2.CH^2Az(CH^3)^3I$ est en beaux prismes peu solubles dans l'eau, fort solubles dans l'alcool, fusibles à 285° avec décomposition. Le *chlorhydrate* est incristallisable, le *chloroplatinate* est une poudre jaune, insoluble dans l'eau, noircissant vers 125° sans fondre.

» Le carbure $C^{10}H^{16}$ est un liquide mobile, d'odeur de camphène, bouillant à 157°-158°. La petite quantité que nous en avons obtenue ne nous a pas permis d'en faire une étude approfondie. La base tertiaire qui s'obtient en même temps que lui,

(1) W.-A. Noyes, *Am. chem. Journ.*

$C^8H^{13}CH^2.CH^2Az(CH^3)^2$ est un liquide à odeur de poisson, bouillant à 215°. Le *chlorhydrate* de cette base cristallise bien dans l'acétone en petites écailles ne fondant pas sans décomposition. Le *chloroplatinate* est peu soluble dans l'eau et constitue de petites aiguilles jaune orangé, ne fondant pas sans décomposition. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide 2.2-diméthylglutarique.* Note de M. E.-E. **Blaise**, présentée par M. A. Haller.

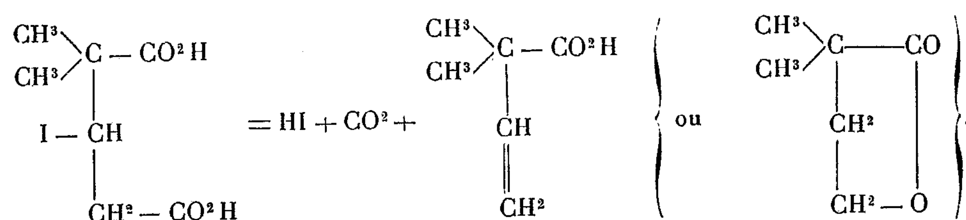
« Dans un travail antérieur, j'ai montré que la méthylation du glutaconate d'éthyle donne un mélange d'acides, parmi lesquels l'acide 2.2-diméthylglutaconique. Dans le but d'arriver à réaliser la synthèse de l'acide 2.2-diméthylglutarique, je me suis occupé de l'hydrogénation de cet acide.

» Lorsqu'on fait bouillir de l'acide 2.2-diméthylglutaconique avec de l'acide iodhydrique bouillant à 127°, pendant 12 heures, on constate qu'il ne se produit pas d'hydrogénation sensible, la plus grande partie de l'acide restant inaltérée, tandis qu'une faible quantité est transformée en un acide iododiméthylglutarique, par fixation d'acide iodhydrique. Ce fait explique comment la réduction de l'acide diméthylglutaconique brut de méthylation, dans les mêmes conditions, ne m'a pas fourni d'acide 2.2-diméthylglutarique en quantité appréciable. Si l'on cherche à déterminer l'hydrogénation en opérant à une température plus élevée, 175° par exemple, il y a destruction presque complète de l'acide glutaconique. L'acide iodhydrique de densité 1,96 ne m'a pas donné de résultats plus favorables.

» J'ai alors cherché à effectuer une réduction indirecte par fixation d'acide iodhydrique sur l'acide 2.2-diméthylglutaconique, puis hydrogénation du dérivé iodé. La fixation de l'acide iodhydrique sur l'acide glutaconique se produit quantitativement lorsqu'on chauffe ce dernier avec de l'acide iodhydrique de densité 1,96, au bain-marie, pendant 1 heure. Après refroidissement à 0°, essorage et lavage avec de l'eau glacée, on obtient l'acide 2.2-diméthyliodoglutarique. Cet acide, très peu soluble dans l'eau froide, presque insoluble dans le benzène et l'éther de pétrole, et moyennement soluble dans l'éther, se laisse aisément purifier par recristallisation dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, après dessiccation dans le vide. Il fond à 168°, en se décomposant.

» L'acide 2.2-diméthyliodoglutarique est peu stable et se décompose par simple ébullition avec l'eau; la décomposition est accompagnée d'un dégagement abondant d'anhydride carbonique. La décomposition ayant été effectuée sur le sel neutre de sodium, en solution aqueuse, j'ai pu isoler

deux corps, l'un neutre et l'autre acide. Le corps neutre est une lactone de formule $C^6H^{10}O^2$ et le corps acide constitue l'acide non saturé correspondant à la lactone. En effet, cet acide qui répond à la formule $C^6H^{10}O^2$, traité par l'acide sulfurique étendu d'eau, suivant la méthode de Fittig, se transforme quantitativement en la lactone. Celle-ci est donc l'olide de l'acide 2.2-diméthylbutanol-4-oïque-1, l'acide non saturé correspondant n'étant autre que l'acide 2.2-diméthylisocrotonique ([1]). Conformément aux travaux de Semenow ([2]), l'atome d'iode doit être en position 3 dans l'acide diméthyliodoglutarique et la décomposition de cet acide par ébullition avec l'eau s'effectue d'après l'équation suivante :



La diméthylbutanolide, isomère avec l'isocaprolactone, constitue un liquide incolore, à odeur caractéristique, bouillant à 202°-203°. L'acide diméthylisocrotonique est liquide, possède une odeur qui rappelle celle de l'acide caproïque, et bout à 111°-112° sous 22^{mm}. Chauffé avec l'aniline, cet acide donne une anilide presque insoluble dans l'éther de pétrole et peu soluble dans l'éther d'où elle cristallise en aiguilles prismatiques fusibles à 106°. Le point de fusion de cette anilide, ainsi que d'autres propriétés, différencient complètement l'acide diméthylisocrotonique vrai de l'acide auquel M. Bouveault a donné ce nom ([3]) et dont l'anilide, facilement soluble dans l'éther, cristallise dans l'éther de pétrole en aiguilles fusibles à 81°-82°. L'acide obtenu par M. Bouveault possède, en réalité, une autre constitution.

» L'acide 2-2 diméthyl-3-iodoglutarique m'a permis de réaliser la synthèse de l'acide 2-2-diméthylglutarique dans d'excellentes conditions de rendement. L'hydrogénation a été effectuée au moyen du zinc et de l'acide sulfurique, en milieu hydroacétique. Après évaporation à sec et épuisement à l'éther, on obtient un résidu fortement coloré en brun par de l'iode et

---

([1]) Cf. Perkin, *Chem. Soc.*, t. LXXXI, p. 256.
([2]) *C. Blatt*, 1899, t. I, p. 1070, et t. II, p. 28.
([3]) *Bull. Soc. ch.*, t. XXXI, p. 1062.

d'où l'on élimine complètement l'iode par addition de sulfate de cuivre et saturation au moyen de l'acide sulfureux. Ce procédé, très rapide, m'a donné d'excellents résultats. La liqueur filtrée et concentrée a été épuisée à l'éther et l'évaporation du dissolvant a donné l'acide diméthylglutarique. Cet acide était assez pur pour cristalliser immédiatement. Cependant, il a été transformé en anhydride par distillation avec de l'anhydride acétique et l'anhydride a été purifié lui-même par deux cristallisations dans un mélange d'éther absolu et d'éther de pétrole. L'anhydride pur fond à 38°. Hydraté par ébullition avec de l'eau, il donne l'acide diméthylglutarique qu'on a fait recristalliser deux fois dans le benzène. Cet acide, parfaitement pur, fond à 84°, je ne saurais donc admettre le point de fusion de 90° indiqué par M. Perkin jun. et Alice E. Smith dans un récent Mémoire sur le même sujet ([1]). J'ai d'ailleurs observé le même point de fusion de 84° sur l'acide diméthylglutarique obtenu par oxydation de l'acide isolauronolique et purifié spécialement. Enfin, j'ai préparé également l'acide phénylamidé et l'anilide de l'acide diméthylglutarique synthétique. Ces dérivés fondent respectivement à 144° et 120°. Il y a donc identité complète entre l'acide 2-2-diméthylglutarique synthétique et l'acide diméthylglutarique qu'on obtient par oxydation des dérivés du camphre. Le rendement en acide synthétique pur atteint 75 pour 100 du rendement théorique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide formique atmosphérique.* Note de M. **H. Henriet**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une précédente Note ([2]), j'ai montré qu'il semblait exister dans l'air un corps gazeux formé par l'union d'une base azotée et d'un acide qui paraissait être l'acide formique.

» Depuis, j'ai pu caractériser complètement cet acide en opérant de la manière suivante :

» Dans un ballon de verre de 4 à 5 litres, entouré continuellement d'eau froide, on fait arriver un mélange de vapeur d'eau et d'air atmosphérique préalablement filtré sur une colonne de laine de verre de 1^{m} de longueur. La vapeur d'eau provient d'un ballon tout en verre, d'un litre de capacité, rempli aux deux tiers d'eau distillée et dont le col est muni d'un tube ascendant réuni à une des branches d'un tube de verre

([1]) *Chem. Soc.*, t. LXXXIII, p. 8.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXXXV, p. 101.

en T; la seconde branche de ce tube amène l'air et la troisième fait pénétrer au centre du ballon refroidi le mélange de gaz et de vapeur. On fait circuler l'air dans l'appareil à raison de 3 litres à l'heure (¹).

» Le produit liquide de la condensation est parfaitement neutre et possède toutes les propriétés des formiates (réduction du nitrate d'argent à l'ébullition, des sels d'or, du permanganate de potassium en solution alcaline; transformation à chaud du bichlorure de mercure en calomel; coloration rougeâtre d'une solution très étendue de perchlorure de fer neutre).

» Pour extraire l'acide formique, on concentre et l'on évapore à sec au bain-marie le liquide condensé, en présence de soude chimiquement pure. Le résidu repris par l'eau est ensuite distillé avec un excès d'acide sulfurique pur, dans un courant de vapeur d'eau. Après distillation, on obtient un liquide acide doué de l'odeur caractéristique et des propriétés de l'acide formique.

» Afin d'éliminer toute matière organique et tout corps étranger, ce liquide est distillé deux fois dans les mêmes conditions, puis saturé par un léger excès d'eau de baryte. Le sel obtenu est évaporé à sec, repris par l'eau, filtré et finalement évaporé dans un creuset de platine taré.

» Après dessiccation dans une étuve à 150°, on le pèse et on le calcine. Si l'on a soin de faire la calcination très lentement, on constate que le sel noircit, se boursoufle et laisse un résidu parfaitement blanc, entièrement constitué par du carbonate de baryum dont on vérifie la composition en le transformant en chlorure.

» Voici les poids que j'ai obtenus au cours de ces diverses opérations, ainsi que les poids théoriques que fournirait du formiate de baryum pur, soumis aux mêmes manipulations.

	Trouvé.	Calculé.
	mg	mg
Poids de matière.............	51,3	»
Après calcination (en CO^3Ba)...	44,5	44,5
Après transformation en $BaCl^2$..	47,6	47,1

» Le sel obtenu correspond donc au formiate de baryum et l'acide extrait de l'air atmosphérique est bien l'acide formique.

» On retrouve aisément cet acide dans les eaux météoriques et particulièrement dans celles qui proviennent de la condensation des brouillards, d'où on peut l'extraire par le procédé qui vient d'être décrit.

» Enfin, j'ai également pu isoler l'acide formique des gaz du sol, en employant un procédé spécial. Il est possible d'après cela que l'origine de ce corps soit tellurique et qu'il provienne de l'oxydation des matières organiques enfouies dans le sol.

(¹) Tous les joints sont assurés au moyen de bagues de caoutchouc, après avoir mis en contact les extrémités des tubes de verre préalablement rodées.

Le ballon où a lieu la condensation est fermé par un bouchon de caoutchouc ayant bouilli 4 heures dans une lessive de potasse, dans l'eau distillée et dans une dissolution de nitrate d'argent, puis enfin deux heures dans l'eau distillée, après avoir été exposé au soleil.

» Pas plus dans l'air et les eaux météoriques que dans les gaz du sol, cet acide n'existe à l'état libre, car les liquides qui le contiennent sont toujours neutres. Il est en effet combiné à une base azotée que j'étudie actuellement. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Distribution de quelques substances organiques dans le géranium*. Note de MM. **E. Charabot** et **G. Laloue**, présentée par M. Haller.

« Avant de pouvoir entreprendre, à un point de vue général, l'étude de la formation et de l'évolution chez les plantes des substances organiques possédant telle ou telle fonction chimique, il importe de connaître leur distribution. C'est ainsi que les recherches sur l'éthérification des alcools et leur transformation en aldéhydes ou en cétones ont pu subir une orientation rationnelle, une fois connus les organes qui sont les sièges des réactions chimiques produisant ces phénomènes. Pour se faire une idée de l'importance de la question relative à la répartition des substances entre les diverses parties de la plante, il suffira de se reporter aux résultats obtenus dans cette voie par MM. Berthelot et André (Berthelot, *Chimie végétale et agricole*).

» La distribution des composés odorants dans le géranium (*Pelargonium odoratissimum*) présente un intérêt tout particulier en ce sens que cette plante produit des fleurs dénuées de parfum, tandis que ses feuilles exhalent une odeur très pénétrante.

» Le 2 octobre 1902, nous avons prélevé un pied de géranium pour l'analyse. Il pesait 5^{kg}. Nous avons pesé séparément, à l'état frais et après dessiccation à 105°, les feuilles, les tiges et les pétioles. Voici les résultats que nous avons obtenus :

				En centièmes.	
	Poids frais.	Matière sèche.	Eau.	Matière sèche.	Eau.
	gr	gr	gr	Pour 100.	Pour 100.
Racines.	145	49	96	33,8	66,2
Feuilles...........	1835	400	1435	21,8	78,2
Tiges et pétioles....	3020	500	2520	16,5	83,5
Plante entière......	5000	949	4051	19,0	81,0

» Les tiges, dans lesquelles circulent les liquides végétaux, sont les organes les plus riches en eau.

» *Acidité volatile*. — Le dosage des acides volatils a été effectué le même jour, successivement à 9 heures du matin et à 2 heures du soir. Ainsi que le montre le Tableau ci-dessous dans lequel se trouvent consignés les résultats obtenus, ces résultats ne

présentent pas des différences notables. Ils semblent, cependant, accuser une légère augmentation de l'acidité volatile pendant le jour.

Nombre de centimètres cubes de potasse $\frac{1}{50}$ normale correspondant aux acides volatils contenus dans 100g des divers organes :

	frais.			secs.		
	9h du matin.	2h du soir.	Moyenne.	9h du matin.	2h du soir.	Moyenne.
	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³
Feuilles.....	21,25	21,5	21,4	97,5	98,7	98,1
Pétioles.....	15,2	16,1	15,65	92,1	97,7	94,9
Tiges.......	10,2	11,2	10,7	61,8	67,8	64,8

» On voit que *l'acidité volatile diminue lorsqu'on va de la feuille vers la tige.*

» *Composés terpéniques.* — Une coupe de 200kg de géranium exempt de racines a fourni 78kg,9 de feuilles et 113kg,3 de tiges et pétioles (la perte de poids subie par les plantes pendant le triage a donc été d'environ 4 pour 100).

» Les feuilles d'une part, les tiges et les pétioles d'autre part, ont été soumis séparément à la distillation avec la vapeur d'eau. Les 78kg,9 de feuilles ont fourni directement 130g d'essence pendant que l'on a recueilli 130l d'eau. Celle-ci, agitée avec de l'éther de pétrole, a abandonné à ce dissolvant 25g d'huile essentielle, ce qui porte à 155g le poids d'essence contenu dans 78kg,9 de feuilles. En distillant de même les tiges et les pétioles, nous n'avons pu isoler aucune trace d'huile essentielle, même en épuisant au moyen de l'éther de pétrole les eaux recueillies. L'opération avait cependant porté sur 113kg de tiges et pétioles.

» Ce résultat présente un intérêt. Il montre, en effet, que *les composés terpéniques du géranium se trouvent entièrement localisés dans la feuille.* Nous voyons là l'explication physiologique de ce fait que les fleurs de géranium sont dénuées de parfum; la matière odorante, élaborée par la feuille, ne peut arriver jusqu'à la fleur, puisqu'elle ne traverse ni le pétiole ni la tige.

» Il était assez curieux d'examiner comparativement la composition de l'huile essentielle recueillie par simple décantation et la composition de l'huile essentielle contenue dans l'eau à l'état de dissolution. Aussi donnons-nous ci-dessous les résultats de l'analyse de ces deux essences :

		Huile essentielle	
		obtenue par décantation.	extraite de l'eau.
Densité à 15°		0,8979	0,8930
Pouvoir rotatoire ($l = 100^{mm}$)		−11°,02′	− 5°,13′
Coefficient de neutralisation		47	16,5
Coefficient de saponification correspondant aux éthers.		16,6	6,7
Éthers (calculés en tiglate de géranyle)		7,0 %	2,8 %
Alcool total (calculé en $C^{10}H^{20}O$)		70,7 »	77,5 »
Rhodinol		37,5 »	30,6 »
Géraniol (par différence)		33,2 »	46,9 »
Composition de la portion alcoolique.	Rhodinol.....	53,0 »	39,4 »
	Géraniol.....	47,0 »	60,6 »

» En agitant avec une solution de sulfite de sodium et de bicarbonate de sodium l'huile essentielle extraite de l'eau, nous avons pu isoler une petite quantité d'aldéhyde qui a été identifiée avec le *citral* par les méthodes habituelles.

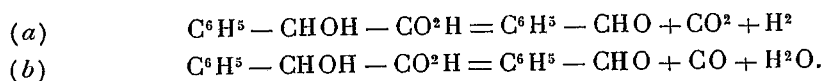
» *Conclusions.* — Il résulte de cette étude que, *chez le géranium, l'acidité volatile diminue lorsqu'on va de la feuille vers la tige. En outre, les composés terpéniques du géranium se trouvent entièrement localisés dans la feuille.*

» Sachant maintenant que ces composés sont produits par la feuille et ne circulent pas à travers les pétioles et les tiges, on comprend parfaitement que les fleurs de géranium ne soient pas odorantes. Il y a là un commencement de justification de l'hypothèse qui consiste à admettre que les huiles essentielles, ou tout au moins les substances dont elles dérivent immédiatement, sont formées dans les organes chlorophylliens et distribuées ensuite dans les autres parties de la plante où elles subissent des transformations plus ou moins profondes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations sur l'acide phénylglycolique.* Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré récemment (*Comptes rendus*, séance du 30 mars) qu'en chauffant de l'acide phénylglycolique en présence d'un excès d'acide sulfurique ou de glycérine, on obtenait de petites quantités d'anhydride carbonique. La réaction de SO^4H^2 sur l'acide phénylglycolique a été étudiée par Laurent, qui annonce avoir obtenu de l'oxyde de carbone.

» En reprenant l'étude de cette réaction, j'ai remarqué qu'il se formait toujours un peu de CO^2, à côté de CO et j'en ai conclu que l'acide phénylglycolique subissait simultanément les deux modes de dédoublement suivants :



(*a*) $C^6H^5 - CHOH - CO^2H = C^6H^5 - CHO + CO^2 + H^2$

(*b*) $C^6H^5 - CHOH - CO^2H = C^6H^5 - CHO + CO + H^2O.$

» Dans mes expériences, même en présence d'un très grand excès d'acide sulfurique et malgré la température, l'aldéhyde benzoïque ne s'est pas conjuguée.

» J'ai voulu vérifier le dédoublement que je viens de formuler, en soumettant l'acide phénylglycolique à une pyrogénation méthodique, au contact de la pierre ponce. Les expériences ont fourni un résultat constant : il se dégage à la fois CO et CO^2.

» Enfin, j'ai étudié la marche de la décomposition de l'acide phénylglycolique, en chauffant celui-ci au bain d'huile. L'acide subit à + 117°-118° la fusion aqueuse; lorsqu'il a été préalablement desséché, il fond à + 132-133°. Au-dessus de cette température, il se sublime partiellement sous la forme d'un enduit blanc, translucide, laissant

passer une lumière légèrement bleuâtre. Vers 185°-190°, il constitue un liquide limpide et mobile; vers 210° il entre en ébullition, et émet quelques bulles gazeuses. Vers 220°, apparaissent les produits de décomposition, à savoir CO et CO^2. A 225°, la décomposition se fait avec soubresauts; à 230°-235° le dégagement gazeux s'accentue; de 235° à 245°, il devient très régulier.

» Le résidu de cette pyrogénation est une masse visqueuse jaune transparente, qui devient, par le refroidissement, solide, mais de consistance molle et élastique, tout en conservant sa transparence; elle possède l'odeur d'amandes amères, et constitue sans doute un produit de polymérisation de l'aldéhyde benzoïque. De fait, si on la soumet à l'action progressive de la chaleur, elle émet des gouttes *liquides*, qui présentent les propriétés principales de l'aldéhyde benzoïque.

» *Réaction nouvelle de l'acide phénylglycolique.* — On dissout un peu de cet acide dans l'eau distillée, on ajoute un volume égal de SO^4H^2 concentré, puis, au bout de quelques instants, un second volume égal de SO^4H^2. La masse s'échauffe beaucoup, et il se développe dans le fond du ballon une très belle coloration violette qui vire peu à peu au brun; en même temps, on perçoit nettement l'odeur d'amandes amères. Il se forme deux couches; celle qui surnage est d'abord incolore, puis elle se trouble et prend un aspect laiteux en devenant jaunâtre.

» L'acide sélénique ne donne aucune réaction du même genre. Si l'on ajoute quelques gouttes d'acide nitrique concentré à une solution aqueuse d'acide phénylglycolique, qu'on laisse reposer puis qu'on chauffe à plusieurs reprises, il ne se produit aucune coloration. Mais peu à peu la liqueur devient opalescente, et prend l'odeur d'amandes amères. Finalement, on y peut déceler la présence d'une très petite quantité d'acide benzoïque. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du bromure d'iode sur les matières albuminoïdes et sur les bases organiques azotées.* Note de M. **A. Mouneyrat**, présentée par M. A. Gautier.

« Ayant eu l'occasion de faire agir simultanément sur les matières albuminoïdes le brome et l'iode, et cela dans les proportions où ces deux éléments existent dans le protobromure d'iode (BrI), j'ai constaté que ce réactif précipite les matières albuminoïdes de leurs solutions aqueuses pour donner des combinaisons bromiodées, insolubles, de couleur jaune orangé ou jaune brunâtre.

» Afin de déterminer le noyau qui, dans cette molécule albuminoïde, fixe le bromure d'iode, j'ai été amené à étudier l'action de ce composé sur un très grand nombre de corps organiques azotés. C'est cette étude qui fait l'objet de la présente Note.

» 1. *Action sur les albumoses et les peptones.* — Si à une solution aqueuse de

peptones ou d'albumoses on ajoute un excès de bromure d'iode dissous dans un peu d'alcool, on obtient un abondant précipité jaunâtre de bromoiodopeptone ou de bromoiodalbumose. La liqueur, séparée par centrifugation ou filtration de ce précipité, neutralisée par la soude, ne donne plus la réaction de Piotrowski. Le bromure d'iode précipite donc complètement de leur solution aqueuse les albumoses et les peptones.

» 2. *Action sur les acides amidés.* — Le bromure d'iode ne semble pas se combiner avec les acides amidés; le glycocolle, l'alanine, la leucine, l'asparagine, la tyrosine, en solutions aqueuses à l'état de chlorhydrates, ne m'ont donné aucune combinaison double avec précipité jaune.

» 3. *Action sur la pyridine.* — La pyridine est complètement précipitée de ses solutions alcooliques ou aqueuses par le bromure d'iode. On obtient ainsi une très belle combinaison de couleur jaune d'or qui, après cristallisation, dans la benzine ou dans l'alcool, se présente sous forme d'aiguilles jaunes fondant à 115°-117° et répondant à la formule $C^5H^5.Az.BrI$.

» C'est un produit d'addition, car déjà à froid et sous l'influence d'un excès de potasse, il régénère la pyridine. Avec l'acide bromhydrique il donne un bromhydrate :



$$C^5H^5AzBrI, HBr.$$

Broyé dans un mortier avec un excès d'ammoniaque aqueuse il se transforme en un corps noir, explosif sous l'influence du choc, ayant pour composition, $C^5H^5AzIAzH^2$.

» 4. *Action sur la quinoléine.* — Avec la quinoléine on obtient une bromoiodoquinoléine C^9H^7AzBrI, fondant à 138°-140° et jouissant de propriétés analogues à la bromoiodopyridine.

» 5. *Action sur les alcaloïdes.* — Le bromure d'iode se combine également avec un très grand nombre d'alcaloïdes pour donner des produits d'addition jaunes, ou jaune brunâtre, insolubles dans l'eau. J'ai obtenu une combinaison avec la thébaïne, la morphine, la codéine, la narcéine, la brucine, la strychnine, la quinine, la cinchonine. Avec le sulfate de quinine en solution alcoolique on obtient une combinaison répondant à la formule $(C^{20}H^{24}Az^2O^2, SO^4H^2)^2Br^4I^4$, se décomposant sans fondre à 125°.

» Avec la théobromine, la caféine et en opérant comme précédemment je n'ai pas eu de combinaison bromoiodée.

» Dittmar (*D. ch. G.*, t. XVIII, p. 1612), se plaçant dans des conditions différentes de celles que je viens de signaler, a préparé, par l'action du chlorure d'iode sur la pyridine, la quinoléine et un certain nombre d'alcaloïdes, des composés analogues à ceux que j'ai obtenus au moyen du bromure d'iode. Cet auteur, après une étude évidemment incomplète de cette réaction, a cru pouvoir en conclure que tous les alcaloïdes qui donnent avec le chlorure d'iode un produit d'addition chloroiodé renferment nécessairement un ou plusieurs noyaux pyridiques dans leur molécule.

» Or j'ai trouvé que d'autres bases, notamment l'hexaméthylène-amine $C^6H^{12}Az^4$, qui ne renferme certainement pas de noyau pyridique dans sa

molécule, donne avec le chlorure et le bromure d'iode de très belles combinaisons répondant aux formules suivantes $C^6H^{12}Az^4Br^2I^2$ et $C^6H^{12}B^4Cl^2I^2$. Ce sont là de très beaux corps jaunes, à peu près insolubles dans l'eau et la plupart des dissolvants neutres.

» Les bases organiques azotées qui donnent avec le chlorure ou avec le bromure d'iode des produits d'addition ne renferment donc pas nécessairement de noyau pyridique dans leur molécule. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la recherche de l'indoxyle dans les urines.* Note de M. L. MAILLARD, présentée par M. Armand Gautier.

« Le dernier numéro des *Comptes rendus* contient une Note de M. J. Gnezda (1), au sujet de laquelle je dois présenter quelques remarques :

» 1° M. Gnezda signale comme une observation intéressante la formation d'indirubine par l'indoxyle en présence d'urobiline chlorhydrique. Or, ce n'est qu'un cas particulier de la loi générale que j'ai découverte il y a plus de deux ans (2), d'après laquelle l'oxydation de l'indoxyle, en présence de matières étrangères capables de la retarder, aboutit à l'indirubine. J'ai donné l'explication complète du phénomène (3). L'urobiline n'a ici aucune action spécifique, car on peut reproduire les faits en réglant l'oxydation, sur des urines débarrassées d'urobiline par le sous-acétate de plomb, et même sur des solutions pures d'indoxylsulfate cristallisé.

» 2° J'ai signalé déjà (4) l'entrave apportée à la recherche de l'indoxyle « par la » présence de substances précipitables par les sels de plomb, parmi lesquelles les ma» tières colorantes jaunes ou orangées semblent jouer un rôle prépondérant. » Je me suis abstenu avec grand soin de prononcer le mot *urobiline* qui n'a pas encore, je crois, de sens suffisamment précis. M. Gnezda n'a pas cru devoir imiter cette réserve, et je le regrette, car la matière employée par lui sous le nom de *urobiline* n'est qu'un mélange complexe contenant des phénols et leurs produits d'oxydation, des acides et oxyacides aromatiques, etc.

» 3° J'ai donné le moyen d'éviter à coup sûr l'erreur : il suffit de déféquer l'urine au sous-acétate.

» 4° Que l'urine ait été déféquée ou non, j'ai toujours soin de laver à fond le chloroforme, d'abord à l'eau, puis à l'eau alcaline. J'insiste beaucoup sur cette précaution élémentaire (5), dont l'oubli est cependant la principale cause des erreurs commises au

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1406.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 990; t. CXXXIV, p. 470.
(3) *Bull. Soc. chim.*, t. XXIX, p. 535.
(4) *Bull. Soc. chim.*, t. XXIX, p. 539.
(5) Voir L. MAILLARD, *Comptes rendus Soc. biol.*, t. LV, p. 696.

sujet des couleurs urinaires. Le chloroforme en milieu acide entraîne, en effet, non seulement les couleurs indoxyliques, mais aussi une foule de corps, phénols, acides, urobilines ou urochromes, bilirubine, etc., dont la coloration, généralement jaune, est complémentaire de celle de l'indigotine et la masque facilement. Le lavage alcalin en débarrasse le chloroforme.

» 5° Il ne s'agit point, comme le pense M. Gnezda, de la *décomposition* d'un composé par la potasse concentrée, mais d'un simple *lavage* pour lequel j'emploie la soude au *millième*.

» 6° Pour la recherche de l'indoxyle, il est préférable de renoncer complètement au chlorure ferrique qui oxyde en isatine une partie notable de l'indigotine ou de l'indirubine, et de s'en tenir à l'acide chlorhydrique pur. Quant aux hypochlorites, leur emploi brutal n'est plus qu'un souvenir.

» 7° Rien ne s'oppose *a priori* à ce qu'il existe réellement une combinaison d'urobiline et d'indigo, dont la découverte serait en effet fort intéressante. Mais il est nécessaire que M. Gnezda, *après avoir défini ce qu'il entend par urobiline,* indique les circonstances de formation du composé et en décrive les principales propriétés. »

HISTOLOGIE. — *Sur quelques particularités observées dans les tubes rénaux du Barbeau* (Barbus fluviatilis *Agass.*). Note de M. **J. Audigé**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les coupes du rein du Barbeau commun (*Barbus fluviatilis* Agass.) présentent fréquemment une disposition intéressante, caractérisée essentiellement par les faits suivants :

» Dans les tubes contournés, en certains endroits, il existe une véritable infiltration de petits éléments cellulaires, à gros noyau unique, prenant avec intensité les couleurs basiques d'aniline. Cette infiltration coïncide avec un état de dégénérescence prononcé des cellules du tube.

» En effet, les coupes pratiquées sur le rein de ces animaux montrent que les cellules épithéliales des tubes contournés envahis par l'infiltration, perdent fréquemment leur réceptivité normale aux couleurs. Le noyau se teint mal, semble ratatiné. Le cytoplasme ne montre plus sa structure; les colorants l'imprègnent d'une manière diffuse; des granulations de chromatine parsèment sa masse. La bordure en brosse disparaît. Parfois la cellule fait hernie dans la lumière du tube. Enfin, phénomène capital, on peut noter des espaces clairs correspondant à la disparition d'éléments normaux du tube. Ces espaces clairs forment, pour ainsi dire, des galeries cheminant entre les cellules restées visibles. C'est dans ces espaces que l'on trouve, du moins en règle, un, deux et parfois trois éléments cellulaires représentés par un gros noyau rond, très fortement coloré. On pourrait objecter que parfois, sur les coupes, il existe des espaces clairs sans que l'on y aperçoive d'éléments infiltrés. Mais la chose est exceptionnelle, et, dans ce cas, la série des préparations permet de voir que les coupes examinées

passent en dessous de ces éléments, dont les dimensions sont bien inférieures à celles des galeries.

» Les pièces qui ont servi à cette étude étaient prélevées sur des animaux vivants et paraissant absolument sains. D'ailleurs la concordance des observations démontre nettement qu'il s'agit bien là d'un phénomène normal et non pathologique.

» Quant aux éléments cellulaires à gros noyau rond, unique, ils semblent identiques à ceux que l'on rencontre en très grand nombre dans les lacunes lymphatiques du rein et dans l'organe adénoïde juxtarénal. On peut donc leur attribuer la valeur d'une cellule blanche, d'un globule lymphatique.

» Bien que ces cellules blanches paraissent ressortir au type lymphocyte, on peut supposer qu'il s'agit ici d'un phénomène de phagocytose. Du reste, pareille destruction de tissus au moyen de galeries n'est pas un fait nouveau. En pathologie humaine, on voit parfois une infiltration leucocytaire et le creusement de galeries disloquer des boyaux d'épithélioma.

» Dans un travail récent, MM. Regaud et Policard (*Comptes rendus du Congrès de l'Association des Anatomistes,* Montpellier, 1902) signalent aussi la présence de quelques leucocytes dans l'épithélium du tube urinifère de la Lamproie. La signification de ces éléments leur échappe. Des différences importantes existent entre les éléments cellulaires infiltrés dans les tubes contournés de nos coupes et ceux qu'ont décrits ces auteurs. Ces différences tiennent tant au nombre qu'à la forme. Les éléments décrits par MM. Regaud et Policard sont en faible quantité; leur noyau contourné, leur volume, les rangent parmi les polynucléaires. Ceux qui infiltrent les tubes urinifères du Barbeau, beaucoup plus nombreux, sont de petits mononucléaires. Mais on ne peut se prononcer à ce sujet, les caractères des divers leucocytes des Poissons n'ayant pas été fixés d'une manière complète dans toute la série. Aussi poursuivons-nous actuellement ces études, qui nous permettront peut-être de résoudre la question. »

BIOMÉTRIQUE. — *Sur un criterium d'irréductibilité dans les ensembles statistiques*. Note de MM. **Charles Henry** et **Louis Bastien**, présentée par M. Alfred Giard.

« En cherchant à représenter les statistiques des écarts d'un groupe de grandeurs par rapport à leur moyenne par les courbes dites *binomiales*, les biologistes ont été conduits parfois à des courbes qui présentent deux maxima; par exemple, Bateson pour les largeurs frontales de la carapace

du *Carcinus mœnas*, Galton, pour la distribution de la couleur des yeux; dans ces cas, la critique biologique parvient à prouver que chacune de ces courbes doit être décomposée en deux courbes présentant un seul maximum. M. Giard a montré que les deux maxima de la courbe de Bateson sont dus à la confusion de deux catégories : mâles normaux et mâles parasités, se distribuant chacun de part et d'autre d'un maximum. M. Houssay a noté que les deux maxima de la courbe de Galton s'évanouissent si l'on considère, d'une part, la couleur des yeux, d'autre part, le degré de saturation; malheureusement, les valeurs portées en abscisses ne sont ici que des *cotes* et non des nombres, c'est-à-dire non des valeurs équivalentes à la somme de leurs parties, quel que soit le mode de groupement de celles-ci. L'existence d'un seul maximum est un criterium *nécessaire* d'irréductibilité; nous allons chercher à préciser un criterium *suffisant*.

» Si l'on considère, d'une part, des probabilités, d'autre part, des phénomènes purement fortuits, comme les nombres d'arrivées de *pile* ou *face* sur une série de m coups, la probabilité maxima est d'amener autant de fois pile que face, soit $\frac{m}{2}$; portant en y les probabilités et en x les écarts d'avec la moyenne, soient $\frac{m}{2} \pm 1$, $\frac{m}{2} \pm 2$, etc., on obtient des courbes symétriques par rapport à l'axe des ordonnées et asymptotiques par rapport à l'axe des abscisses, dont l'équation est

$$y = \sqrt{\frac{h}{\pi}}\, e^{-hx^2}$$

ou, plus simplement,

$$(1) \qquad y = a \times b^{x^2}.$$

» On peut, d'après le théorème de Bernoulli, substituer aux probabilités des nombres d'événements essentiellement semblables entre eux comme les coups au jeu de pile ou face; les phénomènes fortuits sont caractérisés par ceci qu'ils sont produits par un grand nombre de petites causes, du même ordre de grandeur, le plus souvent inconnues, mais connaissables. L'équation (1), dans les conditions voulues et autant que l'identité des équations permet de conclure à l'identité des phénomènes, est donc caractéristique d'un ensemble d'événements semblables se succédant sous l'influence de petites causes du même ordre de grandeur. Comme la découverte d'une diversité des événements ou de causes prédominantes particulières dans un ensemble détermine nécessairement la décomposition de cet ensemble en de nouveaux groupes, on est conduit à trouver dans la vérification de l'équation (1) un criterium suffisant d'irréductibilité.

» On a appliqué cette théorie aux erreurs, en considérant la moyenne arithmétique

comme la valeur la plus probable de la mesure cherchée; on a vérifié l'équation (1) pour les erreurs d'observations d'ascensions droites de Bradley, des écarts de balles sur une cible (Didion), etc. Cependant des observations de M. Hermann Laurent paraissent contredire le criterium que nous venons de préciser. Il choisit deux points très éloignés, mesure l'angle sous lequel il les voit d'une même station, porte en abscisses les angles mesurés et en ordonnées les nombres de fois que ces angles ont été trouvés, prend pour chiffre exact non la moyenne des observations, mais l'abscisse correspondant à l'ordonnée maxima 16°21′25″ qui ne s'écarte pas beaucoup de la moyenne (16°20′23″). Nous trouvons pour équation de cette courbe

$$y = 380 \times 0{,}6768^{z^{1,4}} \qquad [z = \pm(x - 16^\circ 21' 25'')].$$

» L'exposant diffère sensiblement de 2. On ne saurait supposer ici, étant donné l'expérimentateur, l'influence de causes prédominantes particulières (erreurs systématiques); reste donc la confusion de deux catégories d'événements dissemblables. De fait, si l'on observe que la détermination d'un angle exige deux lectures, celle des deux directions entre lesquelles est compris cet angle, on trouve deux catégories d'erreurs p et q pour chacune de ces déterminations et l'erreur résultante sera $p-q$, p et q étant pris chacun avec leur signe. En appliquant à chaque catégorie l'équation $y=\lambda^{x^2}$ et supposant λ le même pour simplifier, on dresse le Tableau du nombre de fois que chaque erreur se produira par combinaison des erreurs de chaque lecture; et l'on trouve, en posant $\lambda = 0{,}69$, [en négligeant les puissances supérieures de λ et en multipliant les résultats par 170,7 pour les rendre comparables à ceux de M. Laurent :

Nombre de cas amenant l'erreur	0 :	$1 + 2\lambda^2 + 2\lambda^8 + \ldots$	2,05	soit	350
»	± 1 :	$4\lambda + 4\lambda^5 + 4\lambda^{13} + \ldots$	3,41		582
»	± 2 :	$2\lambda^2 + 4\lambda^4 + 4\lambda^{10} + \ldots$	1,96		334,6
»	± 3 :	$4\lambda^5 + 4\lambda^9 + 4\lambda^{17} + \ldots$	0,78		133,1
»	± 4 :	$2\lambda^8 + 4\lambda^{10} + 4\lambda^{16} + \ldots$	0,21		35,8
»	± 5 :	$4\lambda^{13} + 4\lambda^{17} + \ldots$	0,03		5,1

» On a donc finalement pour les erreurs d'un même signe +1, +2, +3, +4, +5 respectivement les nombres 291, 167, 67, 18, 3; or ce sont là les points d'une courbe remarquablement concordante avec les observations de M. Laurent, lesquelles viennent ainsi apporter à l'exactitude de notre criterium une confirmation inattendue.

» Nous avons vérifié l'équation (1) pour diverses statistiques données par Quetelet : répartition des nombres d'écarts de la température normale suivant la grandeur des écarts, des nombres de volontaires américains suivant les écarts de la taille, des soldats du Potomac suivant les circonférences de poitrine, etc. Cette équation n'est pas vérifiée chaque fois que les phénomènes sont soumis à l'influence d'un petit nombre de causes prédominantes; le cas est fréquent en Biologie, comme on pouvait le prévoir.

» Quand un ensemble statistique s'appliquant à des valeurs intellectuelles est irréductible au sens que nous avons défini et qu'il n'est pas sou-

mis à l'équation (1), on doit conclure que les valeurs portées en abscisses ne mesurent pas les phénomènes considérés; ce sont des *cotes;* on peut déduire de l'équation (1) les mesures vraies de ces phénomènes qui représentant au fond, suivant une remarque de M. Ernest Solvay, des économies d'efforts, sont représentables par de véritables nombres. »

PHYSIOLOGIE. — *Expression nouvelle de la loi d'excitation électrique.* Note de M. et Mme L. **Lapicque**, présentée par M. Alfred Giard.

« Nous avons indiqué dans une Note précédente [1] comment nos expériences sur quelques invertébrés nous ont fourni des écarts systématiques par rapport à la loi formulée par M. Weiss.

» Nous avons cherché une formule qui exprime nos résultats expérimentaux. Considérant la formule de M. Weiss, non comme fausse, mais comme approchée, nous avons pensé à y ajouter un terme de correction. Cette formule est $vt = a + bt$ (où v représente le voltage pris pour mesure de l'intensité, t le temps, a et b des constantes propres à l'expérience) : si l'on a obtenu a et b pour certaines valeurs de t, le produit vt donné par l'expérience pour des temps plus courts présente toujours une différence en moins. La formule $vt = \alpha + \beta t - \gamma v$ exprime d'une façon satisfaisante nos résultats.

» *Exemple.* — Manteau d'Aplysie, 18 avril.

» Les temps (durée de passage du courant) sont exprimés en $\frac{1}{100}$ de seconde, les voltages en volts, la troisième colonne donne les valeurs de v calculées par la formule $vt = \alpha + \beta t - \gamma v$; les constantes tirées des chiffres correspondants aux temps 7,8; 2,4; 0,6 sont $\alpha = 9,22$; $\beta = 1,088$; $\gamma = 0,634$. Dans la dernière colonne nous donnons les voltages calculés suivant $Q = a + bt$ en partant des temps 7,8 et 2,4 ($a = 6,4$, $b = 1,3$).

	Voltages.		
Durée du passage du courant.	Observés.	Calculés. (1).	Calculés. (2).
7,8	2,1	2,1	2,1
4,8	2,5	2,65	2,60
3,4	3,4	3,20	3,13
2,4	3,9	3,90	3,90
1,2	5,6	5,73	6,50
0,6	8	8	11,70
0,4	9	9,31	17,00

(1) *Comptes rendus,* 11 mai 1903.

» Quand t croît indéfiniment, la formule indique que v tend vers β; expérimentalement, si après une série d'expériences comme celle relatée ci-dessus fournissant β par le calcul, on détermine, pour le même muscle, le voltage correspondant à un courant de durée indéfinie (courant constant), on obtient une valeur légèrement supérieure à β.

» Quand t tend vers o, v, d'après la formule, tend vers une valeur finie $= \frac{\alpha}{\gamma}$; la quantité d'électricité tend vers o. Nous ne supposons pas que la formule reste ici applicable jusqu'à la limite, mais nous pensons que, pour des temps relativement très petits, la quantité n'a plus aucune importance par elle-même, et nous remarquons que notre formule rend compte du fait suivant :

» La durée d'un choc d'induction est extrêmement brève par rapport aux temps considérés chez l'Aplysie (centièmes et dixièmes de seconde). Il faudrait donc un voltage extrêmement grand pour satisfaire à la loi $Q = a + bt$. En fait, le manteau de l'Aplysie répond à des chocs d'induction de même ordre que ceux qui sont nécessaires pour le gastro-cnémien de la Grenouille, muscle cent fois plus rapide. D'autre part, il y a des muscles lents (muscles lisses des Vertébrés) qui sont à peu près inexcitables par le choc d'induction. Tout s'explique si l'on admet notre formule avec une valeur de γ beaucoup plus grande pour l'aplysie que pour le muscle lisse.

» La formule traduit donc bien les faits d'expérience relatifs à l'excitation électrique des muscles lents.

» Il n'y a aucune difficulté à l'appliquer aux muscles rapides et aux nerfs pour lesquels la loi $Q = a + bt$ paraît suffisante.

» En effet, la courbe $Q = \alpha + \beta t - \gamma v$ (le temps en abscisse et la quantité en ordonnée) a une asymptote inclinée sur l'axe des x et coupant l'axe des y à une certaine hauteur. A partir d'un certain temps, la courbe se confond donc pratiquement avec une droite exprimée par $a + bt$ ($b = \beta$, $a = \alpha - \gamma\beta$). Si le muscle ou le nerf est très rapide, très excitable, et si l'on suppose γ très petit, la confusion entre la courbe et son asymptote se poursuivra jusqu'aux temps les plus courts de l'expérience. Tel nous paraît le cas des expériences de M. Weiss.

» Par conséquent, nous admettons que notre formule, qui peut traduire les expériences de M. Weiss aussi bien que la formule $Q = a + bt$ et qui peut seule traduire nos expériences sur les muscles d'Invertébrés, est plus générale et plus exacte.

» Satisfaisante comme expression empirique des faits, cette formule suscite une hypothèse physiologique. Elle amène à considérer l'effet produit comme le résultat de deux excitations différentes sommées, l'une de ces excitations étant en relation avec la quantité d'électricité, l'autre avec l'intensité (ou le voltage sur résistance constante), indépendamment de la durée du passage du courant. Nous supposons que le terme v

représente l'effet de la variation brusque d'intensité du courant (1). Cette conception nous paraît rendre compte d'un fait bien connu en physiologie et qui constitue un paradoxe insoluble avec la loi $Q = a + bt$.

» Soit I l'intensité minima nécessaire pour atteindre le seuil de l'excitation en un temps t très long. La quantité d'électricité est donnée par l'expression $Q = \alpha + \beta t - \gamma I$ que nous pouvons écrire $Q + \gamma I = \alpha + \beta t = S$ (seuil de l'excitation).

» Si nous baissons l'intensité à i un peu plus petit que I, nous aurons une quantité d'électricité $q < Q_1$, et alors $q + \gamma i < S$; pas de réponse. Or, on sait qu'en soumettant ce même courant à des interruptions rapides, on provoquera une réponse. Par suite de ces interruptions, on diminue encore la quantité d'électricité à $q' < q$; mais d'autre part, suivant l'hypothèse ci-dessus, à chaque fois que l'intensité aura varié de o à i, à chaque interruption, le terme γi interviendra de nouveau; soit n le nombre des interruptions, on aura $n\gamma i$, et l'on conçoit facilement que, malgré la diminution de la quantité, on puisse avoir $q' + n\gamma i \geqq S$, donc une réponse.

» L'étude de l'excitation par les décharges de condensateur nous fournira un autre exemple du rôle du terme γi (ou γv) rapporté à la variation brusque d'intensité. »

HISTOLOGIE. — *Sur quelques phénomènes nucléaires de la sécrétion.* Note de M. L. LAUNOY, présentée par M. Joannes Chatin.

« L'étude des modifications apportées dans la structure du noyau des cellules glandulaires, pendant la phase d'activité de ces cellules, m'a permis de distinguer, dans les variations que présente cet élément, deux ordres de phénomènes : les uns passifs, les autres actifs.

» A. *Les phénomènes passifs.* — Ils concernent les modifications de volume et de situation du noyau de la cellule glandulaire.

» 1° Le noyau augmente de volume, il devient clair, vésiculeux. L'augmentation du volume de la sphère nucléaire, la turgescence du noyau, le *turgor nucléaire* est un phénomène primitif. Il caractérise une augmentation de la pression intra-nucléaire, en relation avec les échanges qui par osmose et diffusion s'établissent avec intensité pendant la sécrétion, surtout au début de celle-ci, entre le caryoplasma et le cytoplasma. Sur des coupes planes, et en se plaçant strictement au point de vue histologique, on

(1) Il s'agit vraisemblablement d'une certaine fonction de l'intensité $f(i)$ dans le genre de la loi de Du Bois-Reymond, et que notre terme à facteur constant ne traduit que grossièrement.

peut se faire une idée de l'importance du turgor nucléaire, par la comparaison des différents diamètres du noyau, en relation avec les diverses modalités cellulaires.

» Ainsi, j'entendrai plus exactement par turgor nucléaire, la différence qui existe entre le diamètre d'un noyau d'une cellule au repos et le diamètre du noyau de la même cellule en activité.

» Par exemple : Le noyau de la cellule à venin de la *Vipera aspis,* qui est régulièrement sphérique, présente les diamètres suivants [1] :

	Diamètre.
Noyau d'une cellule au repos, après un jeûne prolongé	5^{μ} à 6^{μ}
» après trois décharges consécutives de venin	7^{μ}
» 30 minutes après injection intra-péritonéale de $0^{cg},04$ de muscarine	6^{μ} à 7^{μ}
Noyau d'une cellule 15 minutes après injection intra-péritonéale de $0^{cg},02$ de chlorhydrate de pilocarpine	6^{μ} à $7^{\mu},5$
Noyau d'une cellule, 30 minutes après injection intra-péritonéale de $0^{cg},04$ de chlorhydrate de pilocarpine	7^{μ} à 8^{μ}

» Dans ces exemples, les différences de diamètre sont comprises entre 1^{μ} et 3^{μ}. Ces différences sont en faveur du noyau des cellules en activité, le turgor nucléaire est donc ici positif.

» Dans les cellules qui sont à la fin de la période de charge ou bien dans les cellules qui ont subi une excitation prolongée, le noyau est souvent au contraire diminué de diamètre. Par exemple : le diamètre des noyaux de la cellule à venin d'une vipère chez laquelle on avait provoqué un grand nombre de décharges de venin était compris entre 4^{μ} et 5^{μ}. Il est évident qu'ici le turgor nucléaire non seulement n'existe plus, mais le diamètre du noyau étant inférieur au diamètre du noyau normal, on peut dire que le turgor est négatif. Je ne fais que signaler cette particularité, n'ayant pas attaché mon attention aux phénomènes post-sécrétoires.

» Si au lieu de noyaux sphériques, on se trouve en présence de noyaux elliptiques, comme il arrive souvent, le turgor nucléaire sera rendu visible, sur des coupes planes, par la différence entre la longueur des axes des noyaux de deux cellules en modalités différentes. Ainsi, dans la cellule à enzyme peptique du Triton, on trouve un grand nombre de noyaux elliptiques, dont les axes ont des longueurs moyennes de 17^{μ} pour le grand axe, 10^{μ} pour le petit axe. Ce qui s'exprimera sous la forme de $17^{\mu} \times 10^{\mu}$.

» Chez un animal sacrifié 48 heures après une alimentation abondante, la moyenne d'un même nombre de mensurations que précédemment donne :

$$21^{\mu} \quad \text{et} \quad 13^{\mu} \qquad \text{soit : } 21^{\mu} \times 13^{\mu}.$$

» Le turgor nucléaire sera donc ici :

$$4^{\mu} \times 3^{\mu}.$$

---

(1) Les animaux qui ont servi à ces expériences avaient été laissés à jeun pendant plusieurs semaines.

» 2° Le second phénomène passif consiste dans l'exhaussion du noyau, c'est-à-dire dans son éloignement de la vitrée. Ce phénomène est évidemment en relation avec les courants de diffusion qui existent dans la cellule et avec ceux qui s'établissent entre la cellule et les capillaires. On entendra par *antéro-pulsion* la différence qui existe entre les distances de la basale au noyau, considérées dans une cellule au repos et dans une cellule en activité.

» *Exemple.* — Dans une cellule à venin de la *Vipera aspis,* le noyau est éloigné de la basale d'une distance égale à 1 ou 2 μ; dans une cellule en activité, cette distance devient 4, 7 et même 15 μ.

» L'antéropulsion égale donc : 2, 5 ou 13 μ.

» B. *Les phénomènes actifs.* — Ils comprennent les modifications profondes de structure, qui sont en corrélation avec la participation directe du noyau à l'acte sécréteur. Ils intéressent la chromatine et le nucléole.

» Tout d'abord on observera fréquemment la rupture du réseau de linine. Dans le noyau d'une cellule glandulaire en activité, on pourra toujours différencier deux chromatines d'espèces différentes. α. La chromatine proprement dite, que je considère comme la chromatine à l'état quiescent, et la seule qui se rencontre dans le noyau en repos absolu (animaux à jeun). Cette chromatine se colore en vert dans les doubles colorations nucléaires : fuchsine-vert de méthyle ou safranine-vert de méthyle; elle se colore en vert ou vert bleu après la coloration au triacide d'Ehrlich; elle se colore en bleu foncé après coloration à l'hématéine-fuchsine ou hématéine-safranine. β. La chromatine différenciée qui caractérise les noyaux en activité. Dans toutes les colorations précédentes elle sera colorée par la fuchsine ou la safranine. γ. L'apparition de chromatine différenciée est un acte d'élaboration endonucléaire, en relation directe, semble-t-il, avec les phénomènes de pyrénolyse (et principalement l'émission dans le caryoplasma de vacuoles oxyphiles) présentés par le nucléole ([1]). »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Inertie cérébrale relative à la vision des lettres.* Note de MM. **André Broca** et **D. Sulzer**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans deux Notes précédentes (novembre 1901 et mai 1903) nous avons indiqué les résultats donnés par la mesure des énergies lumineuses nécessaires pour produire la distinction des traits noirs sur fond blanc, et

([1]) Les différences de chromaticité que je signale ici sont d'accord avec les observations d'auteurs récents parmi lesquels je signalerai Regaud, dont une Note récente avait orienté mes recherches sur ce point. (Voir Regaud, *Comptes rendus de la Société de Biologie,* janvier 1902.)

nous avons attribué pour cause à ces phénomènes la production de connexions nerveuses systématiques dans la rétine, connexions qui se font régulièrement, en commençant au point de fixation même. Nous allons maintenant étudier de même l'énergie lumineuse nécessaire pour provoquer un acte mémorial complexe, celui de la reconnaissance d'une lettre.

» L'appareil employé est toujours le même : un disque rotatif permet à une image réelle d'une lettre de se former pendant un temps mesurable. Dans les expériences dont nous parlerons d'abord, la surface rétinienne sur laquelle se forme l'image du test objet est maintenue à l'obscurité entre deux éclairs lumineux. Nous donnerons ici les résultats des mesures faites sur l'E et le V, qui sont les types de deux catégories de caractères : l'une, dont fait partie l'E, à dessin complexe; l'autre, comme le V, à dessin plus simple (¹).

» Le réseau de courbes relatif à l'E est identique, aux erreurs d'expérience près, à celui qui a été obtenu pour la vision des traits. Il semble donc que l'acte cérébral relatif à la reconnaissance d'une lettre ne peut être dissocié des actes rétiniens nécessaires pour la vision des traits, dont nous avons parlé dans notre dernière Note. L'étude de la vision du V va nous montrer, au contraire, que cela est aisé.

» En effet, quand un E ou un V sont vus sous le même diamètre apparent, l'intervalle entre les branches supérieures du V, dont la perception suffit pour reconnaître la lettre, est trois fois plus grand que l'intervalle entre deux traits consécutifs de l'E. D'ailleurs, on distingue un V à une distance double ou triple d'un E, dans les mesures d'acuité visuelle statique. En se reportant alors aux courbes relatives à la vision des traits, on voit que le temps pendant lequel doit agir la lumière, temps qui est proportionnel à l'énergie lumineuse, nécessaire pour produire la distinction simple des traits, est environ vingt fois plus court que celui qui est employé à reconnaître le V. On peut donc dire, dans ce cas, que l'énergie mesurée est celle qui correspond à l'acte cérébral par lequel s'effectue la reconnaissance de la lettre. Les expériences, en effet, ne comportent pas la pré-

(¹) Nous ne pouvons donner ici la famille de courbes que nous avons tracée, et qui représente toutes les circonstances du phénomène; nous publierons, dans un Mémoire plus étendu du *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, les résultats complets; nous donnons aujourd'hui seulement les faits essentiels.

cision du vingtième, qui serait nécessaire pour faire la part des deux phénomènes.

» Le fait que l'E est reconnu aussi rapidement que les traits peut se comprendre dans ces idées. Quand la lumière produit de l'énergie nerveuse dans la rétine, une partie est employée à produire les réflexes rétiniens, pendant qu'une autre est conduite au cerveau. Les actes rétiniens et les actes cérébraux sont donc simultanés, et l'on comprend aisément que, si l'acte rétinien est assez complexe, il peut exiger une quantité d'énergie assez considérable pour que celle qui est employée simultanément dans le cerveau soit assez grande pour permettre la reconnaissance d'une lettre; c'est le cas de l'E. Au contraire, si l'acte rétinien est très simple, il sera terminé longtemps avant l'acte mémoriel, qui est bien analogue dans tous les cas; c'est le cas du V.

» En somme, nous avons pu mesurer l'énergie lumineuse qui est nécessaire pour la reconnaissance d'une lettre. C'est la première fois, croyons-nous, qu'une mesure quantitative atteint un acte purement cérébral. »

VITICULTURE. — *Sur la coloration foncée que prennent les bouillies cupriques additionnées de soufre, lorsqu'elles ne sont pas utilisées immédiatement après leur préparation*. Note de M. **J.-M. Guillon**, présentée par M. Prillieux.

« Dans une précédente Communication [1] j'ai indiqué la possibilité de combattre par un même traitement liquide le Mildiou et l'Oïdium de la vigne. Je terminais en faisant remarquer que, dans les bouillies cupriques soufrées, le soufre est simplement mélangé et n'entre pas en combinaison avec le cuivre, à la condition toutefois de pratiquer les pulvérisations immédiatement après la préparation des bouillies.

» Lorsque ces bouillies ne sont pas utilisées immédiatement après la préparation, elles prennent peu à peu, sous l'influence de la température, une coloration foncée pouvant devenir noirâtre. Cette coloration serait, d'après les uns, le signe d'une altération (formation de sulfures insolubles), d'après les autres elle augmenterait l'efficacité de ces bouillies noires (formation de polysulfures alcalins). Des expériences exécutées à la Station

---

[1] J.-M. Guillon, *Sur la possibilité de combattre par un même traitement liquide le Mildiou et l'Oïdium de la vigne* (*Comptes rendus*, 28 juillet 1902).

viticole de Cognac m'ont permis de vérifier ce qu'il y a de vrai dans ces deux hypothèses.

» Le soufre et le sulfate de cuivre mis en présence dans de l'eau ont, l'un sur l'autre, une action qu'on peut considérer en pratique comme nulle. Il n'en est pas de même si l'on ajoute à un liquide de cette nature un sel alcalin comme la chaux (bouillie bordelaise) ou du carbonate de soude (bouillie bourguignonne), etc., et qu'on laisse le tout pendant plusieurs jours à la température de l'été.

» Le sel alcalin agit sur le soufre, d'abord, pour former un polysulfure, lequel donne avec le cuivre un polysulfure de cuivre très instable.

» En débarrassant une bouillie devenue noire de toute trace de sulfate de cuivre (lavages à l'eau) et de soufre (lavages au sulfure de carbone), au bout de très peu de temps les mêmes lavages indiquent une nouvelle formation de sulfate de cuivre et de soufre. Donc la bouillie soufrée, même devenue noire, conserve son action contre le Mildiou et l'Oïdium. Mais comme toutes ces bouillies ne noircissent qu'à la condition de n'être pas utilisées immédiatement et que, d'autre part, j'ai démontré avec M. Gouirand (1) que les bouillies sont d'autant plus adhérentes qu'elles sont plus fraîchement préparées, il en résulte que la bouillie noire est moins adhérente que si elle n'avait pas changé de couleur.

» Dans la pratique, le noircissement de la bouillie n'a lieu que dans des proportions très faibles, et il reste toujours beaucoup de soufre et beaucoup de cuivre non transformés.

» En reprenant ma Note précédente complétée par celle-ci, on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° Il résulte de plusieurs expériences pratiques qu'une même bouillie soufrée peut combattre à la fois le Mildiou et l'Oïdium.

» 2° Les bouillies soufrées noircissent lorsqu'elles ne sont pas utilisées immédiatement.

» 3° Si ce changement de coloration ne semble pas d'après des expériences de laboratoire modifier son action contre les maladies, il est l'indice d'une diminution d'adhérence de la bouillie soufrée.

» 4° Les bouillies soufrées, comme toutes les autres, doivent s'employer immédiatement après leur préparation. »

---

(1) J.-M. Guillon et G. Gouirand, *Sur l'adhérence des bouillies cupriques* (*Comptes rendus*, 25 juillet 1898 et 12 septembre 1898).

VITICULTURE. — *Observations sur le clochage employé pour détruire la Pyrale de la vigne.* Note de M. **Joseph Perraud**, présentée par M. Guignard.

« Le clochage ou sulfurisation est un traitement appliqué à la vigne pour détruire les larves de Pyrale réfugiées sous les écorces pendant l'hiver. Il consiste à recouvrir les souches, après la taille, avec des cloches en zinc ou en tôle galvanisée, sous lesquelles on fait brûler du soufre. L'acide sulfureux produit assure la mort des chenilles emprisonnées dans cette atmosphère confinée.

» Ce procédé est suivi dans quelques régions du vignoble méridional, notamment dans les départements de l'Aude et de l'Hérault, depuis une trentaine d'années. Les auteurs qui l'ont décrit indiquent que l'on doit faire brûler de 20^g à 25^g de soufre par souche et que cette dernière doit être maintenue sous cloche pendant une durée variable de 8 à 15 minutes; ils ajoutent que l'opération doit être faite pendant le repos de la végétation. Là se bornent leurs prescriptions. Ces indications sont insuffisantes pour permettre d'appliquer le traitement avec un succès constant. Nous les compléterons par nos observations faites en Beaujolais, où nous expérimentons le clochage depuis deux ans.

» Ce traitement, d'une exécution très simple, comporte un examen approfondi de ses effets. Il y a lieu d'envisager, d'une part, la production du gaz et l'élévation de la température sous la cloche pendant la combustion du soufre, ce que, à notre connaissance, tous les auteurs ont négligé de faire; d'autre part, la double action du gaz sulfureux et de la température sur l'insecte parasite et sur la végétation de la vigne.

» I. On sait que 20^g de soufre, en brûlant, se combinent avec 20^g d'oxygène pour former 40^g d'acide sulfureux. Cette combustion exige un volume d'air de 75^l environ à la température de 30° C. et de 82^l environ à la température de 50° C.

» Nous donnons, dans les Tableaux suivants, les températures obtenues (chiffres moyens de 10 opérations) dans des cloches de forme tronconique et de capacités différentes en y faisant brûler 20^g de soufre. La température extérieure était de 20° C. au moment de l'expérience.

» 1° Avec une cloche de 45^{cm} de diamètre moyen et de 50^{cm} de hauteur, cubant 82^l:

» *a.* En brûlant de la mèche soufrée suspendue :

	Températures obtenues au sommet de la cloche.	Températures obtenues à 10^{cm} au-dessus du sol.
	°C.	°C.
Après 3 minutes	99 (maximum)	42
» 6 »	65	41
» 10 »	45	36

» *b*. En brûlant du soufre concassé dans un godet :

	Températures obtenues au sommet de la cloche.	Températures obtenues à 10^{cm} au-dessus du sol.
	o C.	o C.
Après 5 minutes........................	52 (maximum)	39
» 10 »	43	36

» 2° Avec une cloche de 55^{cm} de diamètre moyen et 60^{cm} de hauteur, cubant 142^{l} :

» *c*. En brûlant de la mèche soufrée suspendue :

Après 2 minutes...............	77	38
» 3 »	65	36
» 10 »	42	34

» *d*. En brûlant du soufre concassé dans un godet :

Après 4 minutes....................	51 (maximum)	38
» 10 »	43	34

» La mèche, qui brûle plus rapidement que le soufre concassé, donne des températures plus élevées. Dans des conditions identiques, toute cause favorisant la combustion du soufre provoque une élévation de température.

» Ainsi, tous les chiffres précédents ont été relevés dans des cloches dont le rebord était butté avec de la terre, de façon à éviter, autant que possible, des échanges de gaz avec l'extérieur. Si l'on néglige cette mesure et qu'on ménage, sous la cloche, des vides par où l'air peut pénétrer, on obtient, dans le cas *b* et *d* par exemple, une température qui peut atteindre 85° par un temps calme, et 90° quand le vent souffle.

» II. La quantité d'acide sulfureux produite par 20^{g} de soufre est suffisante pour asphyxier les larves de Pyrale, en 10 minutes, dans un volume d'air variant de 82 à 125^{l}.

» Si, pendant une durée de 10 à 15 minutes, ce gaz est sans action sur la vigne en repos complet de végétation, les températures parfois élevées qui accompagnent sa production peuvent lui être nuisibles. Ainsi, une température supérieure à 90°C. peut, en 2 minutes, désorganiser les bourgeons; des températures comprises entre 90° et 70° produisent les mêmes effets en 3 minutes.

» L'action désorganisante de la chaleur est encore plus marquée quand la température ambiante est au-dessous de 0°, ce qui est fréquent en hiver dans l'est.

» Depuis le moment où commence la circulation de la sève, qui est marqué par les pleurs, jusqu'au débourrement, le traitement devient d'une exécution délicate. En effet, quand les bourgeons sont gorgés de sève, ils peuvent être détruits par l'action combinée de l'acide sulfureux et de la température dès que celle-ci atteint 60°C.

» Immédiatement après leur éclatement, les bourgeons peuvent être désorganisés par l'acide sulfureux seul et aussi par la température à partir de 55°C.

» Les conclusions suivantes résultent de ces observations.

» Pendant le repos complet de la végétation, le clochage, pratiqué dans les conditions indiquées, n'a pas d'action nuisible sur la végétation des plants Gamay, Aligoté et Corbeau, à une température inférieure à 70°C. Depuis le début de la circulation de la sève jusqu'au moment précédant le bourgeonnement, la température, sous la cloche, ne doit jamais atteindre 60° C. Appliqué peu de temps avant le débourrement, alors que les bourgeons sont gonflés, le traitement a pour effet de retarder de quelques jours la poussée de ces derniers. On doit cesser le clochage dès l'ouverture des premiers bourgeons.

» Les dimensions des cloches seront en rapport avec le développement des ceps à traiter; comme la température est beaucoup plus élevée dans la partie supérieure que près du sol, on leur donnera la plus grande hauteur possible. Pour obtenir la combustion de 20^g de soufre et une atmosphère asphyxiante, leur capacité variera entre 82^l et 125^l environ. Le soufre devra brûler lentement pour éviter une trop grande élévation de température; pour cela la première précaution sera d'enterrer le bord de la cloche pour empêcher l'échange de gaz. Les mèches soufrées, d'une combustion rapide lorsqu'elles sont suspendues, seront de préférence placées dans des godets, comme le soufre concassé.

» On évitera de clocher quand la température sera au-dessous de zéro et immédiatement après une pluie. »

BOTANIQUE. — *Nouvelles recherches sur l'épiplasme des Ascomycètes.* Note de M. A. **Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans de précédentes recherches, nous avions attiré l'attention sur l'existence des corpuscules métachromatiques dans l'épiplasme de quelques Ascomycètes. Nous avions montré que ces corpuscules paraissaient être absorbés par les spores et constituaient peut-être des matériaux de réserves. Nous avions déjà observé les mêmes faits dans les asques des levures.

» Dans une Note récente, MM. Conte et Vaney avaient signalé, dans un protozoaire, des granulations qu'ils avaient identifiées aux corpuscules métachromatiques; ils avaient cherché à démontrer que ces corps dérivaient directement de la chromatine du noyau qui, à certains stades, se perforait et paraissait se vider en expulsant son contenu dans le cytoplasme. Ces observations avaient paru jeter un doute sur l'interprétation que nous avions donnée de la structure des levures, où nous avions distingué un noyau bien caractérisé et des corpuscules métachromatiques, productions cytoplasmiques, indépendantes du noyau. Nous avions cependant déjà montré depuis que, dans l'*Ascobolus marginatus*, les corpuscules métachromatiques

naissent dans les cellules mères des organes, aux dépens du cytoplasme et en dehors du noyau. Nous avions observé pourtant qu'ils se formaient très souvent au voisinage du noyau et que ce dernier pouvait avoir une influence dans leur élaboration.

» Aujourd'hui, nous nous proposons, tout en étendant nos observations sur l'épiplasme à d'autres Ascomycètes, d'étudier surtout la naissance des corpuscules métachromatiques dans les cellules mères des asques d'un certain nombre d'espèces qui, par la dimension élevée de leurs cellules, présentent plus de commodité que l'*A. marginatus*.

» Nous avons étudié les espèces suivantes : *Aleuria cerea, Aleuria olivea, Aleuria amplissima, Acetabula vulgaris, Peziza tuberosa, Peziza venosa, Pyronema confluens, Ascophanus aurora, Hypocopra fumicola*. Toutes ces espèces renferment une grande quantité de corpuscules métachromatiques dans leur épiplasme; ces corpuscules paraissent être absorbés par les spores et ces dernières en contiennent toujours lorsqu'elles sont adultes. Seul, l'*Hypocopra fumicola* ne montre pas de corpuscules métachromatiques, mais, par contre, présente une grande richesse de globules d'huile. Les autres espèces peuvent également, en dehors des corpuscules métachromatiques, renfermer des globules d'huile. Toutes possèdent du glycogène.

» L'espèce qui a été la plus favorable à l'étude de la formation des corpuscules métachromatiques est l'*Aleuria cerea* (Sow.). Les cellules mères des asques dérivent chacune d'un filament qui se recourbe en crosse et dont le sommet de la crosse se délimite en une cellule à deux noyaux. Les deux noyaux se fusionnent et la cellule s'allonge pour devenir la cellule mère d'une asque. Le développement de cette espèce est donc analogue à celui décrit par Dangeard dans *Peziza vesiculosa*.

» Les corpuscules métachromatiques apparaissent dès l'origine des cellules mères des asques. Celles-ci, à leur début, sont formées chacune d'une bande médiane étroite de cytoplasme homogène, renfermant le noyau, et partout ailleurs d'un cytoplasme alvéolaire. C'est dans les mailles des alvéoles qu'apparaissent les corpuscules métachromatiques et surtout au voisinage du noyau. Les colorations au bleu polychrome après fixation au picroformol sont très favorables à cette étude; le noyau ne se différencie cependant qu'incomplètement : il apparaît formé d'un nucléoplasme incolore et d'un nucléole coloré en bleu; la membrane et le filament chromatique sont invisibles. Néanmoins, on se rend compte que le noyau ne participe pas directement à la formation des corpuscules métachromatiques qui sont toujours en dehors du noyau et s'en distinguent par leur teinte rouge. D'ailleurs, le noyau, malgré son absence de membrane, montre toujours un contour régulier, bien délimité et sans communication avec le cytoplasme. L'hémalun permet de différencier tous les détails de structure du noyau : une membrane très nette, un filament chromatique assez grêle, rempli de granules fortement colorés, et un nucléole vacuolaire. Le bleu polychrome, la safranine, l'hé-

matoxyline ferrique, après fixation au Flemming, différencient également la membrane nucléaire et la chromatine, mais la coloration des corpuscules métachromatiques est entravée par la fixation. L'hématoxyline ferrique surtout donne de très belles colorations du noyau. Ces divers procédés nous ont permis d'affirmer que le noyau ne subit aucune modification pendant tout le développement des cellules mères des asques et que les corpuscules métachromatiques ne naissent jamais à ses dépens. Ils nous ont permis aussi d'étudier la division du noyau, qui s'effectue par une karyokinèse analogue à celles qu'ont déjà décrites Gjurasin et Harper : la membrane ne se dissout pas dans le début du phénomène; il se forme un fuseau très net qui traverse le noyau et qui est relié à chaque pôle par un centrosome entouré d'un aster difficile à différencier. Le nucléole subsiste pendant toute la durée dn phénomène.

» Il résulte donc de ces observations que, contrairement à ce qu'avaient observé Conte et Vaney dans les Protozoaires, les corpuscules métachromatiques des Champignons naissent toujours aux dépens du cytoplasme, sans que le noyau, qui ne subit pendant tout le développement aucune modification de structure, donne d'indications de sa participation dans leur élaboration. Toutefois, ces corpuscules naissent très souvent dans le voisinage du noyau et il n'est pas impossible que ce dernier joue un rôle indirect dans le chimisme de cette sécrétion. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la nutrition des tissus dans les galles de tiges.* Note de M. C. **Houard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une précédente Note j'ai montré comment il se forme d'abondants tissus aux environs du parasite, dans les galles de tiges. Ces tissus sont formés de cellules nombreuses, riches en protoplasma et en matériaux nutritifs; elles contiennent de gros noyaux hypertrophiés, et elles servent à la nutrition parasite. Ce qui est particulièrement intéressant, c'est que cette multiplication cellulaire entraîne, comme je vais le décrire, de profondes modifications dans les faisceaux libéro-ligneux de la tige et y provoque l'apparition de dispositions spéciales.

» I. Si le parasite est externe (cécidies produites par des Hémiptères ou des Coccides), les faisceaux les plus rapprochés sont très hypertrophiés; leur région libérienne est voisine de l'animal et bien développée.

» II. Si le parasite est situé dans l'écorce (Phytoptocécidie du Pin), les cellules corticales cloisonnées qui servent à sa nourriture sont alimentées par la région libérienne de l'anneau vasculaire.

» III. Dans toutes les cécidies où le parasite s'établit dans les tissus provenant du fonctionnement exagéré de l'assise génératrice libéro-ligneuse de la tige (cécidies du Tilleul, du Tremble, de la Ronce, etc.), le parasite est en contact avec du bois secondaire non lignifié et avec un abondant liber secondaire à parois minces.

» IV. Si le parasite est situé dans la moelle, plusieurs cas intéressants se présentent :

» 1° Si la tige possède du liber interne, c'est ce tissu qui se développe en abondance, comme dans les lépidoptérocécidies des Épilobes, et permet la nutrition des tissus médullaires cloisonnés.

» 2° Lorsque les assises génératrices des faisceaux fonctionnent peu activement (et c'est le cas pour les cécidies des inflorescences de l'*Hypochœris radicata* L. et de l'*Atriplex Halimus* L.), ce sont les cellules médullaires périphériques (ou *cellules irrigatrices*), situées en face des faisceaux, qui s'allongent radialement et assurent la nutrition des tissus entourant les larves.

» 3° Lorsque les tissus gallaires sont un peu éloignés de l'anneau vasculaire, le cloisonnement actif des rayons médullaires entraîne la dissociation de cet anneau.

» Dans la cécidie de l'*Atriplex Halimus* L. (produite par le *Coleophora Stefanii* Joannis) les faisceaux libéro-ligneux sont isolés les uns des autres; l'assise génératrice interne fonctionne en dehors de chacun d'eux, dans les rayons médullaires cloisonnés qui les bordent, puis s'incurve vers la moelle et les enferme complètement : des faisceaux concentriques à bois interne sont ainsi constitués.

» La dissociation de l'anneau vasculaire est plus irrégulière dans la cécidie du *Sedum Telephium* L. (produite par le *Nanophyes telephii* Bedel) et donne, indépendamment des petits faisceaux isolés qui se comportent comme les précédents, de gros amas libéro-ligneux comprenant plusieurs faisceaux. L'assise génératrice interne fonctionne en dehors des gros amas, dans les rayons médullaires, et s'incurve ensuite vers la moelle; le plus souvent, cette assise ne se ferme pas par suite d'une rapide lignification des tissus médullaires qui en arrête le fonctionnement.

» 4° Enfin, si la cavité larvaire se trouve située à une très grande distance du faisceau vasculaire, l'assise génératrice fonctionne avec activité au milieu du tissu médullaire cloisonné et donne naissance à un mince faisceau libéro-ligneux (*faisceau irrigateur*) chargé d'alimenter le pourtour de la cavité larvaire. La partie libérienne du petit faisceau apparaît d'abord; les vaisseaux lignifiés se développent ensuite et l'ensemble constitue un petit faisceau concentrique à liber central.

» Autour de la cavité larvaire de la galle âgée, la région libérienne des petits faisceaux d'irrigation constitue une première zone riche en matériaux nutritifs (couche nourricière); les parties vasculaires des mêmes faisceaux sont composées de courts vaisseaux lignifiés et ponctués et constituent une seconde zone plus externe, scléreuse (couche protectrice). Tous les intermédiaires existent entre les courts vaisseaux ponctués et les vaisseaux spiralés ou à réticulations serrées des petits faisceaux d'irrigation.

» Cette intéressante disposition existe dans la plupart des galles produites par des

Cynipides, en particulier dans les cécidies caulinaires du *Potentilla reptans* L. et de l'*Hieracium umbellatum* L.

» En somme, on voit d'une manière générale que, dans les galles de tiges, la nutrition des tissus anormaux avoisinant les parasites est assurée par la région libérienne des faisceaux libéro-ligneux ou par celle des petits faisceaux d'irrigation dont l'apparition est provoquée par le parasite. »

GÉOLOGIE. — *Sur la grotte de Font-de-Gaume (Dordogne) et l'âge du creusement des cavernes.* Note de M. **E.-A. Martel**.

« La question de l'*âge du creusement des cavernes* ne me paraît pas avoir encore été résolue, ni même nettement posée. Dès 1894, j'indiquais (*Les Abîmes*, p. 257) que les recherches de M. Filhol permettaient d'émettre au moins la supposition que certaines poches à phosphorites du Quercy seraient de vrais *avens*, déjà ouverts à la fin de l'éocène. Plus récemment, je n'avais pas osé affirmer (*La Spéléologie*, 1900, p. 77) que les canaux souterrains des cavernes existassent déjà au milieu de l'époque tertiaire; mais j'ai pu démontrer (*Comptes rendus*, 27 janvier 1902) que le creusement des réservoirs souterrains de Vaucluse avait dû commencer à l'époque pliocène, sinon à la fin du miocène; enfin, d'après les récentes découvertes de petits crustacés à forme archaïque (Sphœromiens) bien probablement préquaternaires, effectuées par MM. Viré, Galimard, Fauché, Dr Raymond, etc., dans quelques grottes de France et d'Italie, j'ai cru pouvoir formellement conclure (Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences à Montauban et Congrès des Sociétés savantes, 1902) à l'origine *tertiaire* d'une partie au moins des cavernes.

» Ma visite du 20 mai dernier, à la grotte de Font-de-Gaume des Eyzies (Dordogne) et aux si curieuses gravures peintes (*dont l'authenticité et l'antiquité sont absolument indiscutables*), découvertes par M. Peyrony et étudiées par MM. Capitan et Breuil, a complété ma conviction.

» La grotte de Font-de-Gaume, en effet, n'est pas autre chose qu'une ancienne issue de source, une portion de *rivière souterraine tarie,* avec le débouché en forme de delta à trois branches et les ramifications caractéristiques des anciens aqueducs naturels desséchés. Par suite de quelque disposition topographique spéciale qui l'avait clos assez hermétiquement, cet aqueduc n'a pas été rempli (contrairement à son voisin, la grotte de la Mouthe, si laborieusement explorée par M. Rivière) par les apports extérieurs (d'infiltration ou d'alluvionnement) de la fin du quaternaire ou de l'époque

actuelle, et il se présente à nous *exactement* tel que l'ont fréquenté les dessinateurs dits *magdaléniens*, contemporains du Mammouth et du Renne; seules les concrétions stalagmitiques, relativement modernes, ont rétréci certaines portions de la grotte et recouvert *en partie* les gravures exécutées *avant* la formation du revêtement de calcite.

» Or ces étonnantes gravures couvrent plusieurs parois *depuis le haut jusqu'au bas*, du plafond au plancher de la grotte, c'est-à-dire que, lorsque l'*Elephas Primigenius* vivait encore autour des Eyzies, la grotte de Font-de-Gaume, dès alors creusée à son état actuel, était déjà une caverne *morte, fossile* pour ainsi dire, datant d'une époque bien antérieure. Car, si, depuis l'âge du Mammouth, Font-de-Gaume a échappé à toute modification ultérieure, ainsi qu'en témoigne matériellement (et bien plus sûrement que ne sauraient le faire des gisements ossifères plus ou moins sujets à des remaniements postérieurs) la situation des gravures préhistoriques *que rien n'a pu déplacer*, on est bien forcé d'admettre que l'achèvement complet de son creusement dès l'époque du Mammouth implique une antiquité, qui excède certainement les débuts du pleistocène et la période de l'*Elephas antiquus;* pour avoir été ainsi *terminée, fixée* dès le milieu du quaternaire, il faut, de toute nécessité, que la caverne de Font-de-Gaume soit l'œuvre du puissant régime hydrologique pliocène, et ait été creusée par quelque *fuite* ou *capture* d'un bras de rivière de cette époque. Il est admis qu'à la fin du pliocène les grandes vallées étaient déjà découpées; or, Font-de-Gaume étant à plus de 20^m et 25^m au-dessus des lits de la Beune et de la Vézère, il est absolument rationnel que, *comme la plupart des cavernes environnantes*, cette grotte, sous l'attraction des deux rivières, ait, avant le pléistocène, réalisé, pour sa part, le drainage souterrain des plateaux crétacés *très fissurés* de la région.

» Il ne faudrait pas en conclure cependant que, d'une manière générale, les cavités naturelles du sol aient été creusées à l'époque tertiaire; il en est de beaucoup plus récentes; un grand nombre même continuent à s'approfondir de nos jours : ce sont celles, très souvent à plusieurs étages, où un cours d'eau plus ou moins actif (fleuve à Saint-Canzian d'Istrie, ruisselet à Sare, Basses-Pyrénées) s'est de plus en plus étroitement abaissé dans les fissures du calcaire; ces cavernes-là *vivent* encore (Piuka d'Adelsberg; Bournillon, Isère; Bétharram, Basses-Pyrénées; Sorèze, Tarn; Han, Belgique; Ingleborough, Angleterre); d'autres achèvent de *mourir* en s'obstruant (Padirac, Lot; Agtelek, Hongrie; Hermann's-Höhle, Allemagne), et la plupart sont tout à fait *mortes* (Lombrive, Ariège; Saint-Marcel, Ardèche; Dargilan et Nabrigas, Lozère; Miremont, Dordogne; Collepardo, Italie; Arta, Baléares; la majeure partie des Katavothres du Péloponèse et des *abîmes*).

» En résumé, on peut dire que certains gouffres ont dû (d'après les phosphorites) s'entr'ouvrir dès l'éocène; que, vers la fin du miocène, le percement des cavernes a commencé par le soutirage des grands lacs, et que leur développement, accompli surtout par les *captures* des immenses cours d'eau pliocènes, a été complété par les ruissellements du début du pleistocène; ensuite sont survenus, souvent en antagonisme ou en alternance, les accidents de remplissage si bien décrits par M. Boule (*L'Anthro-*

pologie, 1892) et les surcreusements ou recreusements *à échelle réduite* des rivières souterraines ayant persisté jusqu'à nos jours.

» Bref le creusement des cavernes, d'ordre avant tout hydrologique, ne saurait être limité à une seule époque déterminée : c'est un phénomène de longue étendue, débutant au tertiaire et qui, avec une considérable déchéance, se continue sous nos yeux. »

ZOOLOGIE APPLIQUÉE. — *Sur une « lampe vivante de sûreté »*. Note de M. **Raphael Dubois**. (Extrait.)

« M. le professeur Moslish, de l'Université de Prague, dans une récente Communication à l'Académie des Sciences de Vienne, a annoncé que l'on pourrait obtenir une « lampe de sûreté » au moyen de photobactéries ou microbes lumineux : il recommande particulièrement ce procédé d'éclairage pour les travaux exécutés dans les poudrières.

» Je ne crois pas inutile de rappeler que cette lampe vivante est la même que celle que j'ai imaginée, en 1899, et qui a servi, en 1900, à éclairer, pendant quelques jours, un des sous-sols du palais de l'Optique, à l'Exposition universelle (1).

» Ainsi qu'il me l'explique dans une lettre, M. Moslish ne connaissait que les ballons à bouillons liquides, que j'avais imaginés, au début de mes essais pratiques, pour servir de veilleuse. Ceux-ci ont des inconvénients multiples. Il n'est donc pas surprenant que M. Moslish ait cherché, comme moi autrefois, à les perfectionner. J'ai, depuis longtemps déjà, remplacé les bouillons liquides par une couche de bouillon gélatineux très nutritif, ensemencé de photobactéries *sélectées* et appliquées sur la paroi intérieure d'une carafe à fond plat portant une tubulure latérale, fermée, ainsi que le goulot, avec du coton filtrant, fixé par de la gaze. Cet appareil peut rester lumineux pendant plusieurs semaines. En réunissant plusieurs de ces sources lumineuses, j'ai pu éclairer une grande salle du Laboratoire maritime de Biologie de Tamaris-sur-Mer ; les personnes présentes pouvaient se reconnaître à distance, et suivre tous les jeux de la physionomie.

» Je pense que le pouvoir éclairant de cette lampe pourra être augmenté, jusqu'à atteindre celui du ver luisant et des pyrophores américains : à ce moment seulement, la « lampe vivante » acquerra une valeur pratique

(1) Voir journal *La Nature*, n° 1454, 6 avril 1901, p. 294.

réelle et considérable, en raison des grandes dimensions qu'on peut lui donner et des avantages si grands de la lumière froide. Actuellement, elle ne peut encore servir qu'à des usages très restreints : éclairage des poudrières, et peut-être des mines où l'on redoute le « grisou », ou bien simplement comme veilleuse. »

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 JUIN 1903.

P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle (1830-1902); Notice biographique par M. L. MAQUENNE. (Extrait des *Procès-verbaux de la Soc. d'Hist. nat. d'Autun*, année 1903.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. Henri Dehérain.)

M. Pierre-Paul Dehérain, Notice nécrologique. (Extrait des *Annales de Grignon.*) 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. Henri Dehérain.)

M. le Dr A. LABAT fait hommage à l'Académie de ses principaux travaux sur l'Hydrologie et la Climatologie, réunis sous les titres de : *Eaux minérales, Eaux minérales françaises, Eaux minérales d'Allemagne, Eaux minérales étrangères.* Recueil factice d'extraits de différents périodiques; 5 vol. in-8°. (Présenté par M. Chatin.)

Iron and stel Institute. *Determination of the points of allotropic changes of iron and its alloys by the measurement of the variations in the electric resistance,* by O. BOUDOUARD. Carnegie research scholar, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Troost.)

Weltall-Erd-Relief nach neuester Ansicht, von M. DÖNNI. Lucerne, 1903; 1 fasc. in-18.

M. GIUSEPPE BORREDON adresse en hommage les trois Opuscules suivants : *Dell'attrazione planeteria forza centripeta o gravitazione universale. — La lege del sistema planetario o l'armonia del moto dei suoi corpi. — La Luna e la sorgente fisica del freddo.* Naples, 1902-1903; 3 fasc. in-8°.

Tests of reinforced concrete beams, by W. KENDRICK HATT. (Extr. de *Proceedings of the American Society for testing materials*, vol. II, 1902.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Over de snelheid der uitstralingswarmet van het lichaam, door Prof. Dr M.-C. SCHUYTEN. Anvers, 1902; 1 fasc. in-8°.

Ueber das Rechts-Cadinen, von Dr E. DEUSSEN. Leipzig, 1903; 1 fasc. in-8°.

L'etere formol-monometilbiossibenzina nella tubercolosi, preparazione di ROSARIO-CARACCIOLO. Messine, 1903; 1 fasc. in-8°.

Die Aluminium-Industrie, von Dr F. WINTELER. Brunswick, Friederich Vieweg, 1903; 1 fasc. in-8°.

Principii di suggestione terapeutica, GUSTAVO MALUTA, 2a ed. rifatta. Padoue, 1903; 1 fasc. in-8°.

Exposition internationale de Saint-Louis, 1904. *Division des différents groupes d'expositions. Département de l'Électricité;* Circulaire n° 1, par W. ELWELL GOLDSBOROUGH. s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

Publications of the University of Pennsylvania. Contributions from the « Zoological Laboratory » for the year 1902*;* eight separata. Boston, Mass., 1902; 1 vol. in-8°.

Bergens Museum Aarsberetning for 1902. Bergen, 1903; 1 fasc. in-8°.

Atlas astronomico de Bolosa, publicado para los amantes del estudio del cielo, por LUIS G. LÉON. Mexico, 1903; 2 fasc. in-18.

Seismometrische Beobachtungen in Potsdam in der Zeit vom 1. *April bis* 31. *Dezember* 1902, von O. HECKER. Berlin, 1903; 1 fasc. in-8°.

Die astronomisch-geodätischen Arbeiten des k. und k. militär-geographischen Institutes in Wien; Bd. XIX: *Astronomische Arbeiten*. Vienne, 1902; 1 vol. in-4°.

Annual Report of the Director Kodaikanal and Madras observatories, for the period 1st *january to* 31st *december* 1902. 1 fasc. in-4°.

Annuaire météorologique publié par l'Institut météorologique royal des Pays-Bas, pour 1900 et pour 1902, années LII et LIII. Utrecht, Kemink et fils, 1902; 2 vol. in-4°.

Sitzungsberichte der matematisch-physikalischen Klasse der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München, 1903; Heft I. Munich, 1903; 1 fasc. in-8°.

Twenty-second annual report of the United States geological Survey to the Secretary of the Interior, 1900-1901; CHARLES-D. WALCOTT, Director; in four parts; part IV: *Hydrography*. Washington, 1902; 1 vol. in-4°.

U. S. Department of Agriculture. Eighteenth annual report of the Bureau of animal industrie, for the year 1901. Washington, 1902; 1 vol. in-8°.

Technology quarterly and proceedings of the Society of Arts, Massachusetts Institute of technology; vol. XVI, n° 1. Boston, 1903; 1 fasc. in-8°.

Boletin de la Sociedad astronomica de Mexico, n° 10, enero de 1903; n° 14, mayo de 1903. Mexico, 5 fasc. in-8.

Andalucia cientifica, revista de ciencias e industrias. Director: FRANCISCO RIVERA VALENTIN; ano I, num. 8, abril 1903. Malaga; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 8 JUIN 1903.

Notice sur les titres et travaux scientifiques du lieutenant-colonel MONTEIL. Paris, C. Chaufour, 1903; 1 fasc. in-4°.

Une page d'histoire militaire coloniale. La colonne du Kong, par le lieutenant-colonel MONTEIL. Paris, Henri Charles-Lavauzelle, s. d.; 1 fasc. in-8°.

III[e] Congrès international de défense contre la grêle, à Lyon. *Emploi des fusées contre la grêle, résultats obtenus,* par le D[r] E. VIDAL. Hyères, imp. Arène, 1902; 1 fasc. in-8°.

Suite du Rapport au Congrès international de défense contre la grêle, par le D[r] E. VIDAL. Hyères, imp. Arène, s. d.; 1 fasc. in-12.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; 6[e] série, t. VII. Bordeaux, J. Durand, 1902; 1 vol. in-8°.

Memoria de la Section mexicana de la Comision internacional de limites entre Mexico y los Estados Unidos que restablecio los monumentos de El Paso al Pacifico, bajo la direccion por parte de Mexico del ingeniero JACOB BLANCO. New-York, 1901; 1 vol. in-4°.

Karyokinesis and Cytokinesis in the maturation, fertilization and cleavage of Crepidula and other Gasteropoda, by EDWIN-G. CONKLIN. (Extr. de *The Journal of the Academy of natural Sciences of Philadelphia,* 2[e] série, vol. XII, part 1.) Philadelphie, 1902; 1 vol. in-4°.

Publications of the University of Pennsylvania. Contributions from the zoological Laboratory, for the year 1902. Boston; 1 vol. in-8°.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences; vol. XI (centennial Volume), part II. New-Haven, 1901-1902; 1 vol. in-8°.

The University of Colorado studies; vol. I, number 1-3. Boulder, Colo., 1902; 3 fasc. in-8°.

Revista do Centro de Sciencias, Letras e Artes de Campinas; n° 3, 30 de abril de 1903. Campinas (Brésil); 1 fasc. in-8°.

Census of India 1901. Vol. VI : *Bengal;* parts I-III. Calcutta, 1902; 3 vol. in-f°. — Vol. VI : *N.-W. Provinces and Oudh,* parts I, II. Allahabad, 1902; 2 vol. in-f°. — Vol. XXIII : *Kashimir,* parts I, II. Lahore, 1902; 2 vol. in-f°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUIN 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Piles à deux liquides : forces électromotrices; condensations; transformation d'énergie aux électrodes;* par M. **Berthelot.**

I.

» Je me propose de tirer de mes expériences sur les piles à deux liquides certaines notions générales, que je n'ai pas eu occasion jusqu'ici d'envisager séparément. J'examinerai d'abord la force électromotrice développée au contact de deux liquides; spécialement lorsque cette force est susceptible de produire un courant continu produisant une électrolyse extérieure.

» Soit donc un système d'éléments de pile constitués par la réaction de deux liquides dégageant une certaine quantité de chaleur, telles que la réaction d'un acide sur une base soluble; la réaction de deux sels produiraient un sel double stable en présence de l'eau, soit le chlorure de mercure agissant sur le cyanure de potassium; ou bien encore la réaction d'un corps oxydant, celle de l'eau oxygénée sur un corps oxydable, sulfate ferreux, ou pyrogallol; employons d'ailleurs des électrodes métalliques inaltérables, tels que le platine, le palladium, l'or, l'argent, en général, et, dans des conditions plus particulières, le mercure, le cuivre et même le zinc. Avec de telles piles, j'ai démontré qu'il se produit un courant continu, possédant une intensité suffisante pour produire, également d'une façon continue, l'électrolyse de l'eau dans un voltamètre extérieur. L'énergie voltaïque qui alimente ce travail électrolytique est nécessairement fournie par la transformation de l'énergie chimique développée au contact des deux liquides, c'est-à-dire en dehors des électrodes métalliques.

» Au contact de ces liquides, il se développe donc une force électromotrice, possédant une valeur propre de grandeur notable. C'est l'ordre

de grandeur de cette force électromotrice que je vais rechercher. Pour préciser, je rappellerai la relation que j'ai établie par une multitude d'expériences entre les forces électromotrices des trois systèmes suivants, résultant de l'action réciproque de deux liquides. Soient le liquide A et le liquide B, constituant l'élément de pile A+B, avec force électromotrice E; le liquide A et le liquide AB (mélange préalable de A et de B), avec force électromotrice ε_1; enfin le liquide B et le liquide AB, avec force électromotrice ε_2.

» On a, dans tous les cas : $E = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$.

» J'ai démontré cette relation d'une manière générale entre les trois systèmes précédents formés des mêmes liquides, compris successivement entre deux électrodes de métaux différents, identiques d'ailleurs aux deux pôles, tels que platine, palladium, mercure, argent, cuivre, étain, plomb, cadmium, nickel, zinc, fer, aluminium, etc. (1). Il est dès lors permis d'admettre que la relation ci-dessus ne dépend pas de la nature des électrodes métalliques et qu'elle existe entre les forces électromotrices développées au contact des deux liquides eux-mêmes. Elle doit y posséder une valeur constante pour deux liquides donnés; valeur qui se modifie d'une façon différente suivant la nature des électrodes métalliques, entre lesquels on mesure les forces électromotrices.

» La valeur constante de la force E, ainsi envisagée comme indépendante des électrodes métalliques et plus particulièrement dans les piles reposant sur une réaction chimique exothermique, doit être regardée comme à peu près proportionnelle à la chaleur dégagée par cette réaction; c'est-à-dire voisine d'un demi-volt, lorsque les deux liquides réagissant sont un acide fort et une base forte, formant un sel soluble en solutions étendues. La réaction chimique dégage alors de 13^{Cal} à 15^{Cal} : or le volt équivaut, comme on sait, à environ 24^{Cal}.

» Si j'adopte cette relation, c'est que j'ai prouvé qu'elle peut être admise, approximativement, pour l'énergie disponible; du moins toutes les fois qu'une réaction chimique se manifeste dans un système, sans y produire ni variation dans le nombre des molécules (dissociation ou décomposition simple, polymérie), ni changement d'état physique (vaporisation ou dégagement de gaz, fusion ou solidification, précipitation, cristallisation); ou bien encore lorsque de tels changements sont compensés entre l'état initial et l'état final du système. Dans ces conditions, en effet, j'ai établi

(1) *Comptes rendus* du 11 mai 1903, t. CXXXVI, p. 1112.

d'une manière générale que les variations d'entropie, accomplies par l'effet de la transformation à température et pression constantes, sont aussi à peu près compensées. On sait que les mesures relatives à la force électromotrice de l'élément Daniell et analogues sont conformes à cette manière de voir.

» En résumé, la force électromotrice développée au contact de deux liquides qui réagissent avec un dégagement de chaleur notable, et dont la réaction satisfait aux conditions précédentes, peut être regardée comme à peu près proportionnelle à cette quantité de chaleur. Dès lors les différences reconnues dans les expériences faites avec le concours d'électrodes métalliques sont attribuables aux transformations d'énergie produites par le passage du courant à travers ces électrodes. Je reviendrai tout à l'heure sur ce dernier point.

II. — Capacités électriques et condensations.

» Examinons maintenant une question, connexe avec les précédentes et qu'il est intéressant de discuter, pour bien se rendre compte de la marche des éléments de pile à deux liquides et des variations plus ou moins rapides, constatées dans leur potentiel et leur force électromotrice.

» Je demande la permission de rappeler, au cours de cette discussion, quelques observations consignées brièvement dans mes précédents Mémoires. Il s'agit des variations de potentiel observables, soit pendant la conservation des éléments de pile, sans fermeture du circuit; soit pendant la fermeture du circuit sur la pile elle-même (avec une résistance interposée), ou sur un voltamètre, c'est-à-dire sur un électrolyte extérieur. Ces variations sont attribuables à deux causes : à une condensation, dépendant à la fois de la vitesse des réactions et de la capacité électrique des systèmes; et au changement progressif, fort lent en général, de composition des deux liquides qui réagissent l'un sur l'autre, notamment lorsqu'ils sont mis en rapport par l'intermédiaire d'une paroi poreuse.

» Attachons-nous d'abord à la condensation.

» L'existence d'une condensation électrique est facile à concevoir, lorsqu'on opère avec des éléments de pile soigneusement isolés, tels que ceux que je mets en œuvre actuellement. Cette condensation est déterminée à la fois par la capacité électrique des électrodes métalliques, avec couches doubles; par celle des vases poreux, employés dans la plupart des cas et aux parois desquels a lieu la réaction chimique; enfin par la capacité électrique du contenu des vases renfermant les deux liquides réagissants, en

admettant d'ailleurs l'existence de couches doubles à la surface de séparation des deux liquides.

» Soient donc deux liquides, supposés tels qu'ils réagissent avec dégagement de chaleur : ce sont ceux que j'étudie en ce moment.

» Une fois les liquides mis en contact, même sans que le circuit soit fermé, il se produit une certaine dose d'électricité, qui tend à charger tout le système jusqu'à une limite déterminée. A cette limite répond le potentiel, observable dans l'instant où l'on ferme le circuit entre les électrodes immergées au sein des deux liquides. De là résulte la nécessité d'attendre quelque temps sans fermer le circuit, après avoir rempli les deux vases, avant de mesurer la force électromotrice; cette force étant variable au premier moment, et n'atteignant une valeur définie qu'au bout d'un certain temps.

» A circuit ouvert, ce temps dépend, d'une part, de la quantité d'électricité développée au sein des liquides; quantité déterminée par la vitesse élémentaire de la réaction chimique, et par les quantités de matière mélangées à chaque instant. Il en est ainsi spécialement lorsque le mélange s'opère par l'intermédiaire d'une paroi poreuse et par l'effet de la diffusion et osmose consécutives, de part et d'autre de cette paroi, des deux liquides et de leur combinaison.

» Il dépend d'autre part de la déperdition inévitable d'électricité, en raison de l'isolement imparfait des vases, lequel n'est jamais absolu; de telle sorte que le potentiel observable sera toujours inférieur au potentiel théorique; la différence pouvant être faible, si l'isolement est bon; ou bien au contraire considérable : en particulier lorsque l'atmosphère est saturée d'humidité et la paroi des vases hygrométrique. J'ai cité des exemples caractéristiques à cet égard ([1]).

» Ce n'est pas tout; dans les conditions ci-dessus, et en raison de la déperdition de l'électricité par les parois des vases et par le contact de l'atmosphère ambiante, il tend à se produire une certaine opposition électrique entre les deux liquides et entre les deux électrodes en particulier : par suite celles-ci peuvent manifester des phénomènes de polarisation, en apparence spontanée, qui en modifient la différence électrique. On peut invoquer ces effets pour expliquer, au moins en partie, la baisse lente des forces électromotrices maxima de ces éléments.

» Toutefois cette baisse paraît dépendre surtout d'une autre circon-

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXVII, p. 171-172.

stance, à savoir le changement progressif de composition des deux liquides, changement qui a lieu de part et d'autre de la paroi en raison de leur combinaison et de l'osmose, dans le cas des vases poreux; il se produit suivant un sens unique lorsqu'on opère le mélange par écoulement du liquide supérieur dans le liquide inférieur au moyen d'un siphon.

» Or les effets des changements progressifs de composition se manifestent d'une façon fort inégale dans les différents systèmes. Tandis qu'il existe des piles à deux liquides séparés par une paroi poreuse, dont la force électromotrice demeure presque constante pendant plusieurs heures, la dose relative de matière combinée étant faible dans ces conditions; il en existe d'autres, au contraire, dont la force électromotrice est influencée notablement par un mélange fait en proportions même extrêmement faibles. Tels sont en particulier les mélanges d'un acide minéral fort, chlorhydrique, sulfurique, etc., avec les sels neutres, chlorure ou sulfate de sodium. Ces variations peuvent être constatées par addition directe d'une trace d'acide à la liqueur neutre.

» Pour compléter ces explications et achever de définir les conditions qui président aux phénomènes observés avec les piles à deux liquides, il convient d'ajouter que les deux liquides peuvent être mis en contact autrement que par l'intermédiaire d'un vase poreux, condition à laquelle se rapportent de préférence les observations qui précèdent. Or on obtient des résultats plus nets à divers égards, lorsque les deux liquides sont mis en contact par l'écoulement direct d'un liquide dans l'autre, à l'aide de deux vases placés à des hauteurs inégales et au moyen d'un siphon à robinet de section convenable, débitant par exemple 5^{cm^3} à 10^{cm^3} de liquide par minute, lors de mes essais. Les deux extrémités de ce siphon sont complètement immergées dans les liquides correspondants; et l'on agite continuellement le liquide inférieur avec une baguette de verre non conducteur, afin que le mélange s'opère aussitôt. Dans ces conditions, le débit peut être réglé de telle façon que la force électromotrice demeure constante, lorsque le circuit est fermé, même lorsqu'il produit une électrolyse extérieure.

» Une fois les deux liquides mis en contact convenable, soit par l'intermédiaire de la paroi des vases poreux, soit par l'écoulement direct de l'un des liquides dans l'autre avec intermédiaire d'un siphon à section notable et à extrémités immergées, il s'établit un certain régime chimique dans le système; régime auquel correspond la force électromotrique mesurable où

l'on ferme le circuit; le système se trouvant alors chargé d'électricité par condensation.

» Toutefois, avec les piles à deux liquides, si l'on opère en maintenant le circuit fermé sur la pile même et *a fortiori* sur un voltamètre extérieur, il arrive, dans la plupart des cas, que la force électromotrice observable au premier moment baisse d'abord assez rapidement; non seulement en raison des phénomènes de polarisation, mais aussi et surtout parce que, dans les conditions de ces expérienees, la condensation électrique diminue, les quantités de matières combinées à chaque instant, par l'intermédiaire du vase poreux ou du siphon, ne fournissant pas par leur réaction une quantité de chaleur, transformable en électricité, suffisante pour compenser la dépense d'électricité qui entretient le courant et les électrolyses extérieures. Mais cet abaissement se modère bientôt, et le système tend de plus en plus lentement vers un régime d'équilibre, entre les quantités d'énergie fournies à l'intérieur de la pile par la réaction chimique, et celles qui sont dépensées au dehors par le passage du courant. Pour préciser, il suffira de rappeler quelques-uns des chiffres publiés dans mes Mémoires.

» I. Acide sulfurique et soude, avec électrodes de platine (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 7e série, t. XXVII, p. 230); 6 éléments à siphon; circuit fermé sur la pile; E initiale $0^{\text{volt}},60 \times 6$ [1]; après 4 minutes, $0^{\text{volt}},61 \times 6$. Il y a ici compensation, en raison du débit notable du siphon. L'intensité du courant est d'ailleurs suffisante pour décomposer l'eau, en dégageant de l'hydrogène, dans un voltamètre renfermant de l'acide sulfurique étendu et du pyrogallol; les bulles de gaz étant visibles sous une pression de $0^{\text{m}},005$.

» II. Mêmes liquides : l'un des deux liquides étant contenu dans des vases poreux intérieurs (p. 227). Force électromotrice initiale de la pile : $E = 2^{\text{volts}},94$; le circuit demeurant fermé sur la pile pendant 4 minutes, puis rouvert avant la mesure, la force tombe à 1,98; c'est-à-dire qu'elle baisse d'un tiers : son abaissement étant alors presque stationnaire.

» On ouvre le circuit. Au bout de 15 minutes, le potentiel a remonté, par suite de l'accumulation de nouvelles doses d'électricité, résultant de

---

(1) La différence de potentiel avant l'expérience et, par conséquent, la charge électrique s'étaient établies sensiblement à la même valeur ($0^{\text{volt}},58$ par élément), avant qu'il y eût aucun écoulement de liquide; bien entendu sans qu'on pût constater à ce moment aucun débit électrique ou travail extérieur (p. 226).

l'action chimique intérieure et de la dépolarisation, attribuable à la diffusion des gaz condensés sur le platine.

» Au bout de 15 minutes, la force est revenue à $2^{volts}, 58$; le circuit demeurant de nouveau fermé pendant 4 minutes; la force est tombée, $E = 1^{volt}, 55$. Le circuit demeurant de nouveau ouvert pendant 1 heure : E remonte à $2^{volts}, 46$.

» Dans cette expérience, les quantités de liquide réagissant par l'intermédiaire du vase poreux étaient insuffisantes pour entretenir le potentiel initial. Celui-ci a donc dû baisser jusqu'à équilibre entre la production d'électricité et sa consommation. Mais le circuit étant rouvert, la charge du système tend à se rétablir.

» Ce sont là des phénomènes qui se produisent avec toutes les piles à deux liquides.

» Je citerai seulement un autre exemple de ces variations, exemple observé avec une pile constituée par la réaction $HgCl^2 + 2KCy$, avec électrodes de mercure. C'est une pile exothermique, capable d'électrolyser l'eau dans un voltamètre renfermant de l'eau acidulée avec pyrogallol. La force électromotrice initiale de l'élément étant égale à $0^{volt}, 85 \times 6 = 5^{volts}, 10$, est tombée à circuit fermé pendant le travail de la pile à $0^{volt}, 90$. Ayant rouvert le circuit, le voltage est remonté presque instantanément à $0^{volt}, 866 \times 6 = 5^{volts}, 16$. La pile s'est donc rechargée aussitôt, dès que l'énergie développée par la réaction a cessé d'être consommée au dehors.

» Un retour si rapide montre en même temps que la polarisation était insignifiante dans les éléments de la dernière pile.

» Il montre également que dans les éléments susdits la légère variation de composition, apportée pendant un intervalle de temps peu étendu dans les deux liquides par leur combinaison, même jointe à l'endosmose électrique, influe peu sur la grandeur de la force électromotrice.

» Comme contraste avec ces variations étendues, je rappelerai mes expériences faites avec des piles d'oxydation [*Pyrogallol mélangé à la soude, opposé à l'eau oxygénée mélangée au chlorure de sodium* (*Ann. de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXVII, p. 314)]. La force électromotrice initiale de 2 éléments avec vases poreux étant $1^{volt}, 72$; le courant fermé sur la pile, en interposant une résistance $R = 54000^{ohms}$ pendant 6 minutes, $E = 1^{volt}, 70$.

» Le circuit a été fermé alors sur un voltamètre à SO^4H^2 étendu, sous une pression de $0^m, 008$. On a observé une électrolyse notable, avec dégagement gazeux. A ce moment on mesure $E = 1^{volt}, 70$.

» Cette pile a donc manifesté une intensité sensiblement constante, même en opérant un travail extérieur, en raison de l'activité de la réaction chimique.

III. — Transformations d'énergie par les électrodes.

» Les transformations d'énergie dans les piles à deux liquides qui exercent une action chimique réciproque méritent une attention toute particulière. En effet, les électrodes jouent alors le rôle de transformateurs, en modifiant la grandeur de la force électromotrice développée par ces actions chimiques. C'est ce qui résulte de la valeur des forces que j'ai constatées avec des électrodes inaltérables (platine, palladium, or, inaltérables dans presque tous les cas), et pour un certain nombre de cas au moins (mercure, cuivre, zinc, etc.); ces forces étant souvent très différentes des forces calculables d'après la chaleur des réactions et en outre différentes entre elles, pour les mêmes liquides, suivant la nature des métaux. En opérant à la température ordinaire, avec des liqueurs étendues, dans tous les cas observés, l'intermédiaire des électrodes inaltérables, a abaissé plus ou moins la force électromotrice calculée. Cependant cet abaissement n'est pas nécessaire. En réalité, la force électromotrice, calculée d'après la chaleur de la réaction entre l'acide azotique et la soude par exemple, peut être inférieure au chiffre observé, lorsqu'on opère à une température peu élevée et avec des liqueurs étendues; tandis qu'elle est supérieure, au contraire, à ce chiffre, à une température plus élevée; ou bien avec des liqueurs très concentrées ([1]).

» En effet, soit le système $AzO^3H + NaOH$, chaque composant étant dissous dans 5^l; on a observé :

Vers 15°..........	$0^{volt},55$	correspondant à	$13^{Cal},4$
Vers 54°..........	$0^{volt},78$	»	$18^{Cal},6$

» Or, le calcul donne $13^{Cal},7$ à 15°, avec une faible variation à 54°. Avec des liquides aussi concentrés que possible, la proportion d'eau, $10H^2O$, étant la même pour 1^{mol} d'acide et 1^{mol} de soude, on a observé :

Vers 15°......... $1^{volt},11$ correspondant à $26^{Cal},6$;

tandis qu'en tenant compte de la concentration, on aurait seulement un accroissement de 1^{Cal} au plus.

([1]) Sans qu'il y ait formation de cristaux.

» Ces variations sont analogues à celles qui résultent de la formule d'Helmholtz pour le calcul des forces électromotrices, constatées dans les cas où la chaleur est dégagée par l'altération chimique des électrodes métalliques; mais avec cette différence que les électrodes sont alors le siège simultané de l'action chimique et de la force électromotrice; tandis que dans mes expériences les électrodes ne jouent aucun rôle chimique : ce sont de simples agents de transmission.

» Dans ces transformations de potentiel, il est probable que les proportions relatives entre les énergies voltaïques, chimiques, calorifiques transmises sont changées, suivant la nature spécifique des électrodes. Une même dose d'énergie chimique ou calorifique transmise ne répond pas nécessairement à la transmission d'une même dose d'énergie électrique, et réciproquement. Peut-être les métaux des électrodes subissent-ils alors quelque changement de structure, ou d'isomérie, de l'ordre de ceux que j'ai étudiés pour l'argent (1).

» En tous cas, il se produit dans cette circonstance quelque chose d'analogue aux phénomènes où l'intensité lumineuse, et plus généralement les intensités de radiation sont modifiées, diminuées ou accrues, par la réflexion ou par le passage à travers certains corps ou certains milieux.

» Dans tous les cas de ce genre, il peut y avoir élévation de potentiel, avec diminution de l'énergie transmise. »

ASTRONOMIE. — *Sur la structure et l'histoire de l'écorce lunaire. Observations suggérées par le septième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune;* par MM. **Lœwy** et **P. Puiseux.**

« Parmi les sept planches qui forment ce septième fascicule, six se rapportent à une phase voisine de la Pleine Lune. Il semble que les lois générales qui ont présidé à la formation du sol doivent être particulièrement bien mises en évidence sur ces images où le disque presque entier se présente dans des conditions d'éclairement comparables. Mais dans la réalité, quelle que soit la méthode employée, il est aisé de reconnaître que cet avantage est demeuré jusqu'à présent plus théorique que réel. Dans la vision directe, en effet, l'œil de l'observateur est promptement ébloui par le grand éclat de l'astre et cesse de discerner les faibles détails. Il n'est

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXIII, p. 49, et t. XXII, p. 289 et 305.

aucun astronome qui n'ait expérimenté cet effacement des objets célestes délicats dès que la Lune est sur l'horizon, même avec les lunettes les plus puissantes. On n'échappe pas à cet inconvénient qnand on emploie la méthode photographique ordinaire. Si en effet on examine la plupart des photographies lunaires publiées, on constatera que les parties qui reçoivent le plus directement la lumière ont souffert d'un excès de pose et montrent beaucoup moins de détails que les régions voisines du terminateur. Cette circonstance a jusqu'ici placé les phases voisines de la Pleine Lune dans une condition d'infériorité.

» Grâce aux perfectionnements successifs que nous avons introduits dans notre mode d'opération, nous sommes parvenus à éliminer presque complètement ces difficultés. On a pu éviter les contrastes excessifs des images focales, sans compromettre en quoi que ce soit la fidélité de la reproduction, en répartissant la pose proportionnellement à la luminosité respective des diverses régions. Même lorsque ces précautions ont laissé dans certaines parties du cliché se produire un excès de pose, nous sommes parvenus à en extraire, par un traitement spécial dans l'exécution des agrandissements, des détails que l'examen fait à la loupe ne révélerait pas. Avant d'entrer dans l'étude circonstanciée des feuilles et d'en dégager de nouveaux résultats, il conviendra peut-être de présenter quelques remarques tendant à confirmer ces avantages que nous croyons avoir assurés à la photographie, comparée à l'observation directe.

» On allègue souvent, en faveur de la thèse contraire, que la plaque sensible laisse échapper de petits objets, visibles dans l'observation oculaire avec des instruments moins puissants. Il y aura toujours dans cette critique une part de vérité. Il faudrait en effet, pour atteindre la limite du pouvoir optique des lunettes, des images absolument calmes ou une durée de pose inappréciable. Or, même dans les stations les plus favorisées par le climat, les circonstances atmosphériques pleinement favorables se présentent rarement et pour peu de temps; elles ne coïncident que par exception avec le moment de la pose. De plus, la durée d'exposition étant supérieure à celle de la persistance des impressions sur la rétine, les ondulations atmosphériques affecteront toujours plus l'image photographique que l'image optique.

» Ces objections, quoique réelles, ne sont nullement décisives, comme le démontrent les considérations qui nous restent à développer. En premier lieu, en effet, les images photographiques, telles que nous arrivons maintenant à les produire, embrassent un champ bien plus étendu que celui

d'un oculaire à fort grossissement. Elles donnent en outre des gradations de teinte qu'il serait impossible, même avec les plus puissantes lunettes, de saisir ou de rendre par le dessin. On réalise ainsi, pour toutes les phases de la Lune, des images rigoureusement fidèles, également détaillées dans toutes leurs parties, et qui peuvent être étudiées à loisir. Enfin, la confrontation des paysages lunaires, pris sous des éclairements différents et même opposés, offre au sélénographe une ressource précieuse et une sécurité d'interprétation incomparable. Nous sommes ainsi parvenus à mettre en évidence certains vestiges des phénomènes volcaniques, traits instructifs aussi bien au point de vue de l'histoire du sol lunaire qu'au point de vue de sa topographie actuelle.

» L'épreuve non agrandie que nous avons placée en tête de ce fascicule remonte au 14 novembre 1899. Elle correspond, entre celles que nous avons déjà publiées, à la phase la plus voisine de l'opposition. Elle convient, par suite, pour donner une idée d'ensemble de la répartition des continents et des mers. On voit que celles-ci se distribuent avec une certaine symétrie de part et d'autre de deux grands cercles, marqués tous deux par un alignement de foyers volcaniques. Les directions ainsi dessinées ne sont ni celle d'un méridien, ni celle de l'équateur actuel.

» On voit aussi, par la fréquence relative des taches blanches, que les bouches éruptives couronnent presque partout les limites des continents et s'entourent d'auréoles qui sont l'indice de dépôts de cendres. Ces dépôts, bien qu'inégalement répartis sur la Lune, sont très fréquents, et aucune région un peu étendue n'y a complètement échappé. On est donc fondé à regarder le volcanisme comme ayant eu sur notre satellite une généralité, une ampleur, qu'il n'a présentée sur la Terre à aucune époque géologique.

» Les feuilles suivantes (XXXVI et XXXVII) offrent un exemple frappant de l'efficacité de la méthode photographique au point de vue de la constatation de certains traits généraux qui apparaissent sur le sol lunaire et des conséquences importantes qui s'en dégagent. Nous avons ici, présenté sous deux éclairements opposés, les vestiges d'une grande catastrophe subie par notre satellite. Le cirque Tycho apparaît, en effet, comme le centre d'un immense rayonnement. L'image fournie par la meilleure lunette serait moins complète que l'ensemble de nos deux feuilles, et jetterait en tout cas moins de lumière sur les causes dont dépendent la propagation et l'intensité des traînées. Plusieurs d'entre elles s'étendent, même si l'on néglige les prolongements hypothétiques, jusqu'à 1400 kilomètres du centre d'émanation, distance assurément considérable, mais

non pas telle qu'on ne puisse retrouver des exemples analogues dans l'histoire des éruptions terrestres.

» Des conjectures très diverses ont été proposées sur l'origine de ces phénomènes. Nous avons déjà signalé, à propos des premiers fascicules, les nombreuses raisons qui tendent à faire regarder les traînées comme des dépôts de cendres volcaniques dispersés par les vents. Cette explication se trouve, à notre avis, confirmée jusqu'à prendre le caractère d'une véritable certitude par les nombreux exemples rencontrés depuis, et notamment par l'étude du système de Tycho, dont nous avons maintenant une représentation plus complète. Il est possible d'en déduire, sur plusieurs des questions qui se posent au sujet du passé de notre satellite, des renseignements aussi précis qu'importants.

» Le premier caractère par lequel se distinguent les traînées, c'est leur continuité et leur persistance. Il est évident que ces dépôts ont échappé dans une large mesure aux causes de destruction qui, sur la Terre, tendent à faire disparaître les poussières volcaniques. Sans doute leur intensité, leur abondance varient le long de leur parcours. Mais ces variations révèlent moins l'influence de causes éliminatrices que l'aptitude inégale des différentes régions à recevoir les dépôts primitifs.

» La dispersion des cendres à de grandes distances prouve qu'elles ont dû s'élever à des altitudes considérables et retomber avec lenteur. Ces deux faits sont l'un et l'autre rendus vraisemblables par la faible pesanteur qui règne à la surface de la Lune. Ils attestent dans le passé l'existence d'une atmosphère appréciable. La conservation des dépôts montre que cette atmosphère devait être rare et peu chargée d'humidité. Leur disposition rectiligne dénote l'absence de mouvements cycloniques.

» Si l'on examine maintenant comment une même traînée se comporte dans les différentes parties de son trajet, on reconnaît que l'abondance du dépôt dépend essentiellement de circonstances locales, et les mêmes variations d'éclat se produisent, dans toutes les parties de la Lune, sous des influences analogues. Toute barrière montagneuse placée sur le parcours d'une traînée provoque dans celle-ci une recrudescence et se recouvre d'une nappe brillante. Inversement, des taches blanches isolées peuvent être interprétées comme le signe d'un relèvement du sol, induction qui se vérifie fréquemment par l'examen de la même région au voisinage du terminateur.

» Les portions de la surface encore fluides ont dû évidemment s'opposer à la propagation des traînées en absorbant les matériaux précipités. On

constate en effet que, dans un grand nombre de cas, les traînées disparaissent ou s'affaiblissent en traversant certaines parties des mers, souvent aussi le fond des grands cirques. Ces considérations si simples fournissent de précieux renseignements chronologiques sur l'âge relatif des diverses formations qui se trouvent sur le parcours des traînées.

» Ainsi, parmi les mers comprises dans la sphère d'influence de Tycho, on doit regarder comme les plus récemment solidifiées celles qui se montrent les plus réfractaires à l'envahissement par les dépôts de cendres.

» Entre les cirques situés sur le parcours des traînées, ceux qui ont reçu un revêtement blanc uniforme remontent au delà des grandes éruptions qui ont donné naissance à ces dépôts de cendres. Les cirques dont l'intérieur est demeuré sombre sont parvenus plus récemment à leur configuration actuelle. Les premiers deviennent invisibles dans la Pleine Lune : les derniers y montrent la crête de leur rempart sous la forme d'un cercle lumineux. Quand plusieurs cirques se rencontrent sur le trajet d'une même traînée, on obtient ainsi des indications sur leur ancienneté respective.

» Il est également possible, dans certains cas, de recueillir des renseignements sur l'âge relatif des divers systèmes de traînées. Quand, à la rencontre d'un même bassin maritime, l'un le recouvre pendant que l'autre se trouve interrompu, le premier système doit être considéré comme le plus récent, et la consolidation de la mer a dû prendre place entre les éruptions qui ont donné naissance aux deux rayonnements.

» L'examen des planches XXXVI et XXXVII conduit à de nombreuses et faciles applications de ces règles. Ainsi la Mer des Humeurs est plus anciennement solidifiée que la Mer des Nuages. Clavius remonte plus haut que Longomontanus et celui-ci plus haut que Pitatus. Les grandes éruptions de Tycho se sont terminées avant celles de Copernic et de Képler.

» Les planches suivantes (XXXVIII et XXXIX) pourront aussi être utilement associées, comme montrant sous deux éclairements contraires une région voisine du bord occidental de la Lune. Ce rapprochement fera saisir la profonde différence de structure qui existe entre les deux bords de la Mer de la Fécondité. A l'ouest, nous voyons un plateau d'altitude uniforme, où s'ouvrent de distance en distance des entonnoirs sans rebord; à l'est s'élèvent de minces cordons circulaires, laissés en saillie par l'affaissement des plateaux intermédiaires. La première région nous montre la marche régulière de la consolidation de la croûte; la seconde est pro-

fondément disloquée sous l'influence d'un ébranlement dont la Mer du Nectar a formé le centre et qui s'est propagé par zones successives.

» Nous avons encore sur la planche XXXVIII l'occasion de vérifier un fait intéressant. On sait que Mädler, s'étant attaché pendant plusieurs années à l'étude de deux cirques voisins, Messier et Messier A, les a trouvés toujours absolument semblables. Ici l'on reconnaît à première vue l'inégalité de grandeur et la différence de forme des deux enceintes, ce qui ajoute à la probabilité d'une variation physique survenue dans cette région. Il est digne de remarque que Linné et Alpetragius *d*, où des constatations semblables ont été faites, sont, comme Messier, des centres d'auréoles ou de traînées.

» Petavius et Langrenus, visibles l'un et l'autre sur les deux feuilles XXXVIII et XXXIX, sont deux excellents exemples de grands cirques à rempart saillant et bien conservé. On peut étudier notamment sur Petavius le passage de la forme polygonale à la forme circulaire, la structure du massif central, la présence d'une crevasse médiane et la disposition des pentes intérieures en étages.

» A titre de formes inusitées, on relèvera sur la planche XL Gassendi et Vitello, remarquables le premier par la surélévation exceptionnelle de tout le bassin intérieur, qui le rapproche de Cassini et de Posidonius; le second par la présence d'une double enceinte, qui révèle une alternance répétée d'intumescence et d'effondrement.

» Enfin, les feuilles XL et XLI se prêtent à l'étude comparative de la Mer des Humeurs et de la Mer des Crises, les deux plus régulières parmi les cuvettes déprimées de la Lune. Toutes deux présentent le même ensemble de caractères, portés seulement à un plus haut degré de netteté dans la Mer des Crises. Nulle part on n'observera mieux la terrasse marginale, la veine médiane, la circonvallation extérieure, le redressement des bords, circonstances qui, toutes, tendent à faire considérer ces deux mers comme formées, aussi bien que les grands cirques, sur l'emplacement d'une intumescence.

» En résumé, les feuilles de ce septième fascicule nous paraissent devoir surtout mettre en lumière la distribution fréquente des orifices éruptifs sur les grandes cassures de l'écorce, et en particulier sur les lignes de rivage. Elles montrent de plus le parti considérable qui peut être tiré de l'étude des traînées au point de vue de la topographie, de l'état physique et de l'histoire de l'écorce lunaire. Cette étude nous a permis notamment de faire ressortir :

» L'existence, à une époque reculée, d'une atmosphère appréciable, ayant occasionné la diffusion des cendres sous forme de traînées;

» L'absence d'eau courante à la surface, confirmée par l'état de conservation de ces dépôts;

» L'ordre de succession de divers grands cataclysmes et celui de la consolidation des diverses parties de la surface;

» L'interprétation des recrudescences des traînées, comme le signe de petites différences d'altitude. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur le débit, en temps de sécheresse, d'une source alimentée par une nappe d'eaux d'infiltration.* Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. Lorsqu'un sol perméable, reposant sur un sous-sol imperméable, a ses couches inférieures imprégnées d'eau, mais ses couches supérieures soumises à la pression atmosphérique constante de l'air superposé à l'eau, et que, d'ailleurs, celle-ci, occupant les interstices des grains sablonneux ou terreux des couches inférieures, c'est-à-dire une certaine fraction μ de leur volume apparent donnée pour chaque endroit (x, y, z), se trouve animée, dans toute région un peu étendue, de lents mouvements *suivant une certaine direction générale,* susceptible de changer peu à peu avec le temps t, les interstices contigus assez bien alignés suivant cette direction générale pour permettre un écoulement appréciable, deviennent des *tubes de transpiration.* Quant à l'eau emmagasinée entre deux tubes de transpiration voisins, dans les interstices dont les ouvertures sont disposées suivant les directions perpendiculaires, et qui, à peu près immobile, complète en quelque sorte la paroi des tubes, elle a, dans le mouvement, le rôle capital de transmettre la pression d'un tube à l'autre et, par suite, de rendre solidaire dans tous l'écoulement.

» Or on sait que, le long des chemins perpendiculaires à cet écoulement, la pression est régie par la loi hydrostatique, non seulement là où le liquide est ainsi en repos entre deux tubes, mais, même, à la traversée des filets fluides de chaque tube. Abstraction faite d'anomalies locales se neutralisant en moyenne, cette pression p (que nous supposerons évaluée en hauteur de liquide), varie donc *hydrostatiquement* le long de tels chemins, dans toute l'étendue du liquide filtré par le sol. C'est dire que la *hauteur* φ *de charge,* somme, en chaque point (x, y, z), de p et de l'*altitude* ζ du point

au-dessus d'un plan horizontal fixe de *repère*, y est constante. Donc, *l'écoulement général se fait, partout, normalement à la famille de surfaces qui a pour équation* $\varphi = \text{const}$.

» II. Dès lors, les deux premières lois de Hagen-Poiseuille donnent, comme on sait, pour le volume liquide débité dans l'unité de temps par l'unité d'aire de ces surfaces, en sens inverse de leur normale $d\mathrm{N}$ tirée en allant vers les charges φ croissantes, le produit, $\mathrm{K}\frac{d\varphi}{d\mathrm{N}}$, d'un certain coefficient spécifique K, d'autant plus petit que la couche perméable est plus compacte, par le paramètre différentiel du premier ordre $\frac{d\varphi}{d\mathrm{N}}$ de la charge φ. Par suite, à travers l'unité d'aire d'un élément plan de direction quelconque, dont la normale dn fait un angle donné γ avec $d\mathrm{N}$, unité d'aire coupant les filets fluides qui traversent sa projection $\cos\gamma$ sur une surface contiguë $\varphi = \text{const.}$, le flux F de transpiration sera fourni par ces filets interceptés et aura la valeur $\mathrm{K}\frac{d\varphi}{d\mathrm{N}}\cos\gamma$.

» Faisons-y figurer, au lieu de l'espacement normal $d\mathrm{N}$ de deux surfaces voisines d'égale charge, son expression, $dn\cos\gamma$, en fonction de leur espacement, dn, estimé suivant la normale même à l'élément plan ; et la formule générale des flux de transpiration, spécifiée ensuite pour les trois éléments plans *principaux* (ou perpendiculaires respectivement aux x, y, z), sera

$$(1) \qquad \mathrm{F} = \mathrm{K}\frac{d\varphi}{dn}, \qquad \mathrm{F}_x = \mathrm{K}\frac{d\varphi}{dx}, \qquad \mathrm{F}_y = \mathrm{K}\frac{d\varphi}{dy}, \qquad \mathrm{F}_z = \mathrm{K}\frac{d\varphi}{dz}.$$

» III. Cela posé, n'attribuons que de petites pentes tant au sous-sol imperméable, qu'à la surface supérieure, libre, de la nappe d'eau infiltrée dans le sol perméable, nappe d'une épaisseur généralement faible, comparativement à ses dimensions horizontales. Comme, par suite de cette faible épaisseur, le courant aura une direction à peu près commune, sur chaque verticale, depuis le fond jusqu'à la surface, les filets fluides seront, partout, presque horizontaux comme ceux qui glissent sur le sous-sol, et les surfaces d'égale charge φ, auxquelles ils sont normaux, se confondront sensiblement avec des cylindres à génératrices verticales. La charge φ, en (x, y, z) et à l'époque t, différera donc très peu de ce qu'elle est, en même temps, au point *mouillé le plus haut* de la verticale menée par (x, y, z). Or, en ce point mouillé le plus haut, où p s'annule (abstraction faite de la pression atmosphérique constante), φ se réduit à l'altitude β. Nous y appellerons

celle-ci h : et ce sera l'ordonnée z de la surface libre; car nous prendrons pour plan des xy le plan horizontal de repère.

» Nous supposerons d'ailleurs homogène sur chaque verticale le sol perméable; de sorte que les deux coefficients spécifiques μ, K seront des fonctions (données) de x et de y seulement, ainsi que la profondeur H de la nappe au-dessous du plan fixe de repère.

» Découpons par la pensée, dans le sol perméable, un filet prismatique vertical, de section droite, rectangulaire, $d\sigma = dx\,dy$ sur le plan des xy: à l'époque t, sa longueur *mouillée* sera $H + h$; et il contiendra le volume liquide $\mu(H + h)\,d\sigma$. L'accroissement, $\mu \frac{dh}{dt} d\sigma\,dt$, de ce dernier durant l'instant dt, proviendra de l'excédent des flux entrés par deux de ses faces latérales sur les flux sortis par les deux autres, s'il n'y a eu durant l'instant dt, à la surface supérieure, ni affluence d'eau de pluie ou condensation de vapeurs, ni évaporation appréciable (vu la difficulté d'accès de l'air sec extérieur). Or, observons que les deux faces, $(H + h)\,dy$, $(H + h)\,dx$, contiguës à la première arête, (x, y), du filet prismatique, laissent sortir les flux $F_x(H + h)\,dy\,dt$, $F_y(H + h)\,dx\,dt$, où F_x, F_y peuvent être remplacés par leurs valeurs (1), avec $\varphi = h$; et que les deux faces opposées laissent entrer des flux de mêmes formes, mais accrus, respectivement, de leurs différentielles en x et en y. Il viendra donc, pour régir l'ordonnée h de la surface libre souterraine, fonction de x, y et t donnée *initialement* (ou pour $t = 0$), l'équation *indéfinie* du problème :

$$(2) \qquad \mu \frac{dh}{dt} = \frac{d}{dx}\left[K(H + h)\frac{dh}{dx}\right] + \frac{d}{dy}\left[K(H + h)\frac{dh}{dy}\right].$$

» IV. Il faut y joindre une condition *définie*, spéciale à chaque élément du contour de la projection σ de la nappe liquide sur le plan des xy.

» Une partie χ de ce contour sera dite *contour libre*. Nous admettrons que le sol perméable y soit enlevé totalement et, le lit imperméable de la nappe, coupé ou arasé *à un niveau uniforme*, un peu plus bas que la surface libre intérieure, de manière à constituer le *seuil d'écoulement* de la *source* dont on veut étudier les débits successifs; et nous choisirons justement le plan horizontal de ce seuil pour plan des xy ou de repère. En raison de la facilité qu'y trouve l'écoulement, par rapport à sa lenteur dans la couche perméable, un instant suffira pour y rendre insensibles, comparativement aux dénivellations h, non seulement l'épaisseur de la lame d'eau débitée, mais, même, les hauteurs h dans tout le voisinage,

jusqu'aux points de la nappe souterraine où deviennent modérées ses pentes de superficie et où, par suite, s'applique l'équation (2) établie dans l'hypothèse de vitesses presque horizontales. La condition spéciale au contour libre sera donc, à très peu près, $h = 0$.

» Nous appellerons χ_1 le reste du contour, où nous admettrons, pour fixer les idées, que le lit imperméable se relève brusquement et verticalement, assez pour rendre invariable sur le plan des xy cette partie χ_1 ou *contour paroi,* quelles qu'y soient les petites valeurs variables de h. Le fluide y circulant parallèlement au bord, le flux par unité d'aire, à travers tout élément plan vertical parallèle à χ_1, sera insensible, même si l'on prend cet élément plan un peu dans l'intérieur, là où s'applique l'équation (2). Et l'on aura, en résumé, si dn désigne une normale horizontale menée dans σ à $d\chi$ ou à $d\chi_1$, les deux conditions définies

$$(3)\quad (\text{sur le contour libre } \chi)\quad h=0, \qquad (\text{sur le contour paroi } \chi_1)\quad \frac{dh}{dn} = 0.$$

» Quant au débit Q de la source, mesuré de même à travers une coupe verticale parallèle à χ et peu distante dans l'intérieur, il sera évidemment $K\frac{dh}{dn}(H + h)$ ou $K\frac{dh}{dn}H$, par unité de longueur du seuil, et vaudra en tout

$$(4)\qquad Q = \int_\chi KH\frac{dh}{dn}d\chi.$$

» V. Les équations (2) et (3) sont quelque peu abordables dans les deux cas extrêmes d'un seuil ou très haut, ou trés bas, c'est-à-dire de dénivellations h soit négligeables par rapport aux profondeurs H de la nappe sous le seuil, soit, au contraire, très grandes en comparaison de ces profondeurs H.

» Le premier cas, qui se présente en temps de sécheresse, est de beaucoup le plus simple. Le binome $H + h$, dans (2), y est réductible à sa partie connue H; et le système (2), (3) d'équations, alors linéaire, est celui du problème classique du refroidissement d'une mince plaque plane, à bases σ imperméables, limitée par un contour ayant sa partie χ maintenue à la température zéro, mais le reste, χ_1, imperméable à la chaleur. L'expression de h s'y réduit rapidement à la solution simple *fondamentale* de Fourier, dont la forme est $CUe^{-\alpha t}$, avec C constante arbitraire dépendant de l'état initial et U, α quantités essentiellement positives, l'une, U, fonction de x et de y, l'autre, α, constante, exclusivement dépendantes toutes deux de la configuration géométrique du sous-sol et de la perméabilité du sol.

» Le débit Q de la source est, par suite, d'après (4), proportionnel à $Ce^{-\alpha t}$.

» Quand, par exemple, μ, K, H étant constants, le plan de la nappe se réduit, en outre, à une bande indéfinie, de largeur L, comprise entre deux bords, $x = 0$, $x = L$, dont le premier est le contour libre χ et, le second, le contour paroi χ_1, avec circonstances initiales pareilles sur toute la longueur, la coordonnée x figure seule dans les équations. Alors on trouve immédiatement, pour la solution fondamentale et pour le débit $q = KH\left(\frac{dh}{dx}\right)_{x=0}$ par unité de longueur du seuil, les formules

$$(5)\quad U = \sin\frac{\pi x}{2L},\qquad \alpha = \frac{\pi^2 KH}{4\mu L^2},\qquad q = \frac{\pi KH}{2L} Ce^{-\alpha t} = \frac{\pi}{2} KH \frac{h_m}{L} = \frac{\pi}{2} KHI,$$

h_m désignant la dénivellation h maxima, celle ($Ce^{-\alpha t}$) qui se produit à la *ligne de faîte* $x = L$ de la bande, et, par suite, I désignant la *pente moyenne de superficie* de la nappe, quotient de h_m par la largeur L. Le débit de la source vaut donc $\frac{1}{2}\pi = 1^{\text{fois}},5708$ celui, KHI (par unité de longueur du seuil), qui se produirait si la pente de superficie avait, près du seuil, sa valeur moyenne générale I relative à toute la nappe et à l'époque considérée t. Quant au *coefficient de tarissement*, α, il est, d'après la deuxième formule (5), proportionnel à la profondeur H de la nappe et inverse du carré de sa largeur L.

» VI. Supposons qu'une chute de pluie, uniforme sur tout le bassin, soit venue, un certain temps $t - \theta$ avant l'époque actuelle t, alors que le terme principal ou asymptotique de h était $CUe^{-\alpha\theta}$, ajouter presque instantanément à toutes les ordonnées h un petit accroissement commun η. Prenant l'état d'alors, $CUe^{-\alpha\theta} + \ldots + \eta$, comme nouvel état initial h_0, nous aurons, pour expression asymptotique de h aux époques ultérieures, le produit de $Ue^{-\alpha(t-\theta)}$ par la nouvelle valeur, C', de la constante arbitraire. Or, une méthode d'élimination due à Fourier, bien connue, montre que C' sera le quotient, par le carré moyen de U sur toute l'aire σ, de la valeur moyenne du produit Uh_0 sur la même aire, et que ce quotient vaudra, ici, $Ce^{-\alpha\theta} + \iota\eta$, si ι désigne le rapport de la valeur moyenne de U à celle de U^2 (soit, par exemple, $\frac{4}{\pi}$ dans le cas simple ci-dessus d'une bande indéfinie). Les valeurs ultérieures asymptotiques de h seront donc, pour t assez grand, $(C + \iota\eta e^{\alpha\theta})Ue^{-\alpha t}$.

» Il est clair que d'autres accroissements uniformes analogues η', η'', ...,

survenus à des époques θ', θ'', ... postérieures à θ, ajouteront, de même, au coefficient de l'expression asymptotique ultérieure de h, de nouveaux termes $\iota\eta' e^{\alpha\theta'}$, $\iota\eta'' e^{\alpha\theta''}$,...; en sorte que l'on aura pour calculer les valeurs asymptotiques définitives de h, portant la trace de toutes les petites pluies venues de loin en loin alimenter la nappe, la formule

$$(6) \qquad h = \mathrm{U}\left[\mathrm{C}e^{-\alpha t} + \iota\Sigma\eta_{\iota} e^{-\alpha(t-\theta)}\right].$$

» Et le débit Q de la source, d'abord proportionnel à $\mathrm{C}e^{-\alpha t}$, le sera désormais à la somme

$$(7) \qquad \mathrm{C}e^{-\alpha t} + \iota\eta e^{-\alpha(t-\theta)} + \iota\eta' e^{-\alpha(t-\theta')} + \iota\eta'' e^{-\alpha(t-\theta'')} + \dots.$$

» A mesure que t grandit, le terme correspondant à chacune des pluies successives s'évanouit peu à peu, comparativement à ceux qu'introduisent les pluies récentes, pourvu toutefois que celles-ci ne soient pas évaporées avant d'avoir atteint la nappe souterraine. C'est ce qui, *dans la saison d'été,* leur arrive le plus souvent.

» VII. A une seconde approximation, il y aurait lieu de tenir compte de la réduction, que j'appellerai ζ, éprouvée par la pression p et par la charge φ, dans la nappe, à raison de la *tension superficielle* de l'eau sur chacun des innombrables ménisques capillaires constituant la surface libre souterraine, réduction uniforme et invariable, dans le cas d'un sol homogène, pour le moins autant que l'est, aux profondeurs supposées, la température elle-même, et fonction déterminée de x et de y, au même degré d'approximation, dans un sol ayant sa structure variable d'une verticale à l'autre. On aurait donc, non plus $\varphi = h$, mais $\varphi = h - \zeta$; et il conviendrait de prendre φ, au lieu de h, comme inconnue, ce qui laisserait subsister entièrement, en φ, la forme de l'équation indéfinie (2), sauf la substitution, à la fonction donnée H, de la fonction analogue $\mathrm{H} + \zeta$.

» Il est visible que la relation spéciale au contour-paroi χ_1 resterait aussi la même ou serait $\frac{d\varphi}{dn} = 0$. Mais la condition relative au contour libre χ serait généralement rendue plus complexe par l'intervention de l'action capillaire aux surfaces libres y existant. Il semble toutefois possible de supprimer cette intervention au moyen d'un certain dispositif d'orifice, savoir, en prolongeant vers le haut le sous-sol au-dessus du seuil, à part une fente horizontale allongée, de faible hauteur, mais non capillaire. Alors, la pression p intérieure se trouvant sensiblement nulle à l'orifice ou plus forte de ζ que sous la surface libre souterraine, l'écoulement sur le seuil exigera une

altitude de celle-ci, dans le voisinage, excédant de ζ l'altitude du seuil; et la condition relative au contour libre χ, ou concernant les parties, contiguës à χ, de la nappe d'eau infiltrée, sera sensiblement $h = \zeta$, c'est-à-dire $\varphi = 0$.

» Rien ne sera donc changé à la forme des équations du problème, ni, par suite, à la solution, sauf toujours la substitution, partout, de $H + \zeta$ à H, jusque dans la hauteur de la section fluide intérieure, verticale et parallèle à χ, fournissant le débit Q de la nappe. »

PHYSIQUE. — *Sur une propriété des rayons α du radium.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« On sait que le rayonnement du radium se compose de trois groupes de radiations : on y distingue des rayons analogues aux rayons X (rayons γ) ; des rayons identiques aux rayons cathodiques (rayons β), et des rayons très peu pénétrants (rayons α) dont M. Rutherford a observé la faible déviabilité magnétique inverse de celle des rayons β ; cette propriété permet de les assimiler aux rayons-canaux, transportant des charges électriques positives ; ces rayons sont également émis par le polonium et par le thorium.

» En recevant sur une plaque photographique un faisceau de rayons α dévié par un champ magnétique, j'ai montré récemment (1) que ce faisceau était homogène, c'est-à-dire qu'il était constitué par des rayons possédant tous la même déviabilité magnétique.

» L'une des dispositions expérimentales consiste à placer dans un champ magnétique une source radioactive linéaire, formée par quelques grains d'un sel de radium rassemblés dans une rainure pratiquée dans un petit bloc de plomb ; on la recouvre d'une très mince feuille d'aluminium pour arrêter la lumière émise ; au-dessus de la source et parallèlement à celle-ci, à une distance a, on établit une fente fine, et enfin, au-dessus de la fente, à une distance b, on place une plaque photographique horizontale. L'ensemble est orienté parallèlement au champ. Si le champ est assez intense les rayons β n'atteignent pas la plaque ; si la pose ne dépasse pas quelques heures, on évite une impression appréciable par les rayons γ ; enfin, si l'on renverse le sens du champ au milieu de la pose, on observe une impression

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 20 janvier 1903, p. 199.

formée de deux traits fins parallèles, ne présentant pas de dispersion sensible, et permettant avec la source et la fente de repérer trois points de la trajectoire des rayons.

» On peut opérer autrement et placer au-dessus de la fente une plaque photographique oblique, inclinée sur le plan de la fente d'un angle φ, et normale au plan qui passe par la fente et par la source. L'impression obtenue par le renversement du champ se compose alors de deux traces courbes se rejoignant au point de contact de la plaque et de la fente. En relevant sur la plaque l'écartement 2δ des deux traces à une distance d du bord, on a l'écartement du faisceau à une distance $b = d \sin\varphi$ de la fente, et la connaissance des trois valeurs, a, b, δ, permet comme avec le dispositif précédent d'avoir trois points de la trajectoire. On a en outre l'avantage de pouvoir relever sur la même épreuve un grand nombre de valeurs différentes de b et de δ qui correspondent à des distances différentes entre la fente et les points de la plaque où l'on recueille l'impression.

» Si l'on étudie dans ces conditions les rayons cathodiques β, on sait que, conformément aux conclusions de la théorie balistique, les trajectoires normales au champ magnétique sont, pour chaque rayon simple, des circonférences de cercle.

» Il était naturel de penser qu'il en était de même pour les rayons α; dans un champ magnétique d'intensité H, une masse réelle ou fictive m, transportant une charge électrique e, devrait décrire une trajectoire circulaire de rayon R, avec une vitesse v, et la théorie indique, entre ces diverses quantités, la relation

$$\mathrm{RH} = \frac{m}{e} v.$$

» La grandeur du produit RH caractérise une nature déterminée de radiations, et l'on pouvait penser que ce produit avait une valeur unique pour les rayons α.

» L'expérience a montré qu'il n'en était pas ainsi.

» M. Rutherford, dans sa première publication [1], avait donné une valeur du produit $\mathrm{RH} = 3{,}9 . 10^5$, et en estimant la déviabilité dans un champ électrique, il avait évalué les grandeurs $v = 2{,}5 . 10^9$ et $\frac{e}{m} = 6 . 10^3$. Mes premières mesures avaient donné pour $\mathrm{RH} . 10^{-5}$ des valeurs variables entre 2,9 et 1,9. En présence de cette divergence, qui devait être attribuée

---

[1] *Physikalische Zeitschrift*, n° 8, 15 janvier 1903, p. 235.

en partie au défaut d'homogénéité du champ magnétique très intense que j'employais, j'ai repris de nouvelles mesures dans des champs magnétiques dont l'uniformité fut contrôlée avec le plus grand soin, mais dont l'intensité ne pouvait alors atteindre celle de mes premières déterminations.

» Les diverses mesures effectuées dans des champs uniformes ont fait voir que le produit RH était différent dans diverses séries, également précises, et qu'il augmentait avec la distance de la plaque photographique à la source. Voici les résultats de quelques mesures [l'indication (p) correspond au dispositif avec plaque photographique parallèle à la fente, et l'indication (o), au dispositif avec plaque photographique oblique] :

Désignation des plaques.	a.	b.	$a+b$.	H.	R.	RH . 10^{-5}.
	c	c			c	
A-5-5-03 (o).....	1,12	0,4662	1,586	11091	22,79	2,52
A-4-6-03 (p).....	1,12	0,8350	1,955	11891	25,48	2,82
A-9-6-03 (o).....	{ 2,04	0,2949	2,335	11745	28,17	3,31
	{ 2,04	0,3932	2,433	11745	28,09	3,30
A-16-6-03 (p).....	2,04	0,8200	2,860	8142	38,88	3,16
C-16-6-03 (p).....	2,04	0,8200	2,860	11736	27,82	3,26

» Ces résultats mettent en évidence la variation du produit RH et l'accroissement de ce produit quand a augmente.

» Afin d'éliminer l'influence de causes diverses pouvant intervenir d'une série à une autre, j'ai fait des mesures particulièrement soignées sur une épreuve obtenue dans un champ uniforme avec le dispositif oblique.

Plaque A-18-6-03 (o).

$H = 9955$; $a = 2^c,04$; $b = d \times 0,983$; $1^{\text{tour de vis}} = 0^{\text{mm}},30988$.

			Déviation 2θ				
			en tours de vis		en centimètres		
d.	b.	$a+b$.	observée.	d'après la courbe.	d'après la courbe.	R.	RH . 10^{-5}.
mm	c	c			c	c	
1	0,0983	2,1383	0,240	0,232	0,00719	29,25	2,91
2	0,1966	2,2366	0,484	0,484	0,01489	29,55	2,94
3	0,2949	2,3349	0,760	0,740	0,02293	30,05	2,99
4	0,3932	2,4232	1,060	1,020	0,03160	30,29	3,01
5	0,4915	2,5215	1,240	1,300	0,04028	30,77	3,06
6	0,5898	2,6298	1,660	1,605	0,04973	31,21	3,11
7	0,6881	2,7281	1,900	1,910	0,05928	31,69	3,15
9	0,8847	2,9247	2,545	2,545	0,07864	32,84	3,27
11	1,0813	3,1213	3,180	3,180	0,09854	34,29	3,41

» Le nombre 3,9 trouvé par M. Rutherford pour une longueur de trajectoire de $5^c,1$ et pour un champ de 8400 unités concorde avec les déterminations précédentes.

» Ainsi on peut conclure de ces expériences que, dans un champ magnétique uniforme, le rayon de courbure de la trajectoire des rayons α déviés par le champ, va en augmentant avec la longueur de la trajectoire.

» Il semble que l'on doive attribuer cette perturbation à la présence de l'air. Si l'air modifie les radiations qui le traversent, l'effet que nous venons de signaler ne doit pas s'observer en opérant dans le vide.

» L'expérience est difficile à réaliser dans le vide avec un champ suffisamment intense; cependant M. Th. Des Coudres (¹) est parvenu à mesurer dans le vide une déviation magnétique et une déviation électrostatique. Avec un champ magnétique de 2000 unités, et pour une distance de 8^{cm} qui ne saurait être parcourue dans l'air, la valeur de RH a été trouvée égale à $2,56.10^5$; ce nombre, relativement petit pour la distance de la source à l'écran, est égal à celui que l'on trouve dans l'air pour des longueurs de trajectoires six à huit fois moindres. D'après les expériences de M. Des Coudres, dans le vide, le rapport $\frac{e}{m}$ aurait la valeur $6,4.10^3$, voisine de celle qu'a donnée M. Rutherford, et la vitesse serait $1,65.10^9$.

» La comparaison de cette valeur du produit RH avec celles des Tableaux précédents fait ressortir l'influence de l'air sur la trajectoire des rayons α.

» Pour établir la nature de cette influence il serait nécessaire de mesurer la déviation dans un champ électrique, dans l'air, afin de pouvoir calculer les diverses valeurs de $\frac{m}{e}$ et de v le long de la trajectoire, et de voir comment varient ces facteurs.

» Si les nombres donnés par M. Rutherford avaient une précison suffisante, on devrait, en les comparant aux résultats de M. Des Coudres, en conclure que $\frac{m}{e}$ est constant et que la vitesse va en augmentant. Il paraît difficile d'admettre *a priori* une augmentation de la vitesse sans que m et e subissent des variations.

» On peut au contraire envisager les hypothèses d'une augmentation de la masse m, ou d'une diminution de la charge e.

(¹) *Physikalische Zeitschrift*, n° 17, 1er juin 1903, p. 483.

» On a, entre les variations de RH, de m et de e, la relation

$$\frac{d(\mathrm{RH})}{\mathrm{RH}} = \frac{dm}{m} + \frac{dv}{v} - \frac{de}{e}.$$

» Supposons d'abord que m soit une masse matérielle. Celle-ci pourrait augmenter en recueillant sur son passage les ions de l'air. La force vive peut rester constante ou diminuer; supposons-la constante : on aura

$$\frac{dm}{m} + 2\frac{dv}{v} = 0,$$

et l'on voit que, si e ne varie pas, la variation de RH aura le signe de la variation de m. L'augmentation du rayon de courbure peut donc s'expliquer par une augmentation de la masse. Cette hypothèse n'est pas en contradiction avec les valeurs obtenues pour le rapport $\frac{m}{e}$, valeurs qui sont de l'ordre de grandeur du rapport de la masse des ions électrolytiques aux charges électriques qu'ils transportent.

» Dans les rayons α, la masse m est positive; elle ne peut attirer que les ions négatifs de l'air, et, par suite, la charge e doit diminuer. Une partie au moins de l'effet qui produit une augmentation du rayon de courbure de la trajectoire serait imputable à une diminution de la charge.

» D'autre part, si l'on admet avec M. Kaufmann que la masse m est une grandeur purement électromagnétique, fonction de v et de e, on peut, sans faire intervenir des masses matérielles, supposer que la charge positive e attire les électrons négatifs de l'air, et qu'elle diminue le long de la trajectoire. On exprime le même fait en disant que la charge se dissipe progressivement dans l'air rendu conducteur par le passage des rayons α.

» Les rayons cathodiques ne paraissent pas présenter cette propriété, du moins au même degré. Peut-être celle-ci est-elle corrélative de la vitesse moindre des rayons α, et de la mobilité des ions négatifs, plus grande que celle des ions positifs.

» Cette propriété doit encore être rapprochée des autres particularités qui caractérisent les rayons α. On sait que M. et Mme Curie ont observé (1) que les radiations α du radium et du polonium sont absorbées par une épaisseur d'air de quelques centimètres et qu'elles deviennent de moins en

(1) *Comptes rendus*, t. CXXX, 8 janvier 1900, p. 76.

moins pénétrantes à mesure qu'elles traversent des épaisseurs croissantes d'aluminium ou d'air, loi d'absorption qui est contraire à celle que l'on observe pour les radiations non homogènes, et qui peut être attribuée à une transformation progressive de la radiation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation des carbures et des acétylures acétyléniques par l'action du gaz acétylène sur les hydrures alcalins et alcalino-terreux.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Lorsque l'on fait arriver un courant de gaz acétylène sur de l'hydrure de potassium maintenu à la température de 100°, on constate facilement qu'une réaction bien nette se produit. L'hydrure, de blanc qu'il était, prend une couleur chamois et parfois, si la réaction se produit dans un courant de gaz rapide, une petite quantité de carbone peut être mise en liberté. Si l'on recueille le gaz acétylène qui a passé ou qui a séjourné sur cet hydrure, on peut établir avec facilité qu'il contient de l'hydrogène en le traitant par une solution de sous-chlorure de cuivre ammoniacal. Après séparation de l'acétylène, le gaz restant brûle avec une flamme incolore, et sa combustion par l'oxygène, dans l'eudiomètre, indique qu'il est formé d'hydrogène pur.

» L'état physique de l'hydrure exerce une certaine influence sur cette réaction. Il faut avoir soin de préparer ce composé sous forme d'une neige blanche produite par un feutrage de petits cristaux.

» Même dans ces conditions, la réaction n'est pas complète, si l'on se contente de laisser l'acétylène au contact de l'hydrure pendant quelques instants. Nous avons alors disposé le tube à hydrure dans un manchon de métal traversé par un courant de vapeur d'eau pour maintenir l'appareil à une température constante de 100°. Puis au moyen d'un flacon renfermant le gaz acétylène sec, sous une pression que l'on pouvait faire varier à volonté, nous avons fait séjourner un volume déterminé d'acétylène au contact de l'hydrure.

» On obtient ainsi une transformation complète de l'hydrure, après plusieurs heures, avec dégagement d'hydrogène.

» Si l'on examine la substance restée dans le tube, après la réaction qui met de l'hydrogène en liberté, elle nous présente les caractères suivants : le composé est très hygroscopique; il possède des propriétés réductrices

très énergiques; il se décompose au contact de l'eau froide en donnant de l'acétylène; enfin, chauffé dans le vide, il dégage du gaz acétylène en laissant comme résidu du carbure de potassium.

» Il s'est donc formé dans cette réaction un acétylure acétylénique de potassium dont l'existence a été indiquée antérieurement par M. Berthelot ([1]) et que nous avons préparé à l'état de pureté par l'action de l'acétylène sur les métaux-ammoniums ([2]).

» Pour établir l'égalité qui représente cette réaction chimique, nous avons chauffé pendant 7 heures, à la température de 100°, une quantité déterminée d'hydrure de potassium dans une atmosphère limitée d'acétylène. Nous avons recueilli 27^{cm^3} d'hydrogène (le volume étant ramené à 0° et à 760^{mm}). Après avoir fait le vide dans notre appareil, nous avons décomposé lentement par un excès de vapeur d'eau, le composé obtenu, et nous avons recueilli un volume de gaz acétylène pur de $25^{cm^3},5$.

» La réaction était donc complète; il ne restait pas d'hydrure qui, par décomposition en présence de l'eau, nous aurait donné de l'hydrogène.

» Le volume d'acétylène produit étant à peu de chose près égal au volume d'hydrogène recueilli, la réaction peut s'exprimer par l'égalité suivante :



$$2C^2H^2 + 2KH = C^2K^2, C^2H^2 + 2H^2.$$

». Dans une autre expérience, nous avons fait réagir le gaz acétylène à 100° sur l'hydrure de potassium et nous avons recueilli $27^{cm^3},5$ d'hydrogène. La décomposition du produit de l'expérience nous a donné $28^{cm^3},5$ d'acétylène, ce qui vérifie bien la formule précédente.

» Une troisième expérience, d'une durée de 1 heure et demie, arrêtée avant la transformation complète de l'hydrure, nous a donné $22^{cm^3},2$ d'hydrogène et le mélange restant dans le tube a dégagé par la vapeur d'eau $22^{cm^3},1$ d'acétylène.

» Nous avons poursuivi ces recherches avec d'autres hydrures, et, parmi les nombreuses expériences que nous avons exécutées sur ce sujet, nous citerons les suivantes : de l'hydrure du rubidium chauffé pendant 6 heures à 100°, dans une atmosphère d'acétylène, a donné 13^{cm^3} d'hydrogène et

---

([1]) BERTHELOT, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, 1886, p. 385.

([2]) H. MOISSAN, *Action de l'acétylène sur les métaux-ammoniums* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 911).

l'acétylure acétylénique décomposé par l'eau nous a fourni $12^{cm^3},6$ d'acétylène. Dans cette expérience, le titrage alcalimétrique du métal en solution a pu être exécuté; il correspondait à $0^g,051$, ce qui aurait donné avec l'eau $13^{cm^3},3$ d'hydrogène.

» Cette expérience vérifie bien la formule C^2R^2,C^2H^2 de l'acétylure acétylénique de rubidium dont nous avons indiqué l'existence et les propriétés dans un travail précédent (¹).

» Une autre expérience a été faite avec l'hydrure de cœsium. Nous avons chauffé pendant 5 heures, toujours à la température de 100°, de l'hydrure de cœsium dans du gaz acétylène, et nous avons recueilli 31^{cm^3} d'hydrogène, tandis que l'acétylure acétylénique $C^2Cœ^2C^2H^2$ nous fournissait au contact de l'eau 30^{cm^3} de gaz acétylène. La réaction de l'acétylène sur l'hydrure de cœsium se fait avec une grande facilité; elle est rapidement complète.

» L'hydrure de sodium se prête moins bien que les précédents à cette décomposition.

» La réaction cependant est identique. A la température de 100°, il y a encore mise en liberté d'hydrogène et formation d'acétylure acétylénique, mais la réaction est incomplète dans des expériences qui, cependant, ont duré 14 heures. Il reste dans l'appareil un mélange d'acétylure et d'hydrure.

» L'hydrure de calcium (²) chauffé 5 heures à la température de 100°, dans une atmosphère de gaz acétylène, nous a fourni de même un dégagement d'hydrogène pur et nous avons pu constater la formation d'un acétylure acétylénique de calcium qui, par dissociation, nous a donné du carbure de calcium.

» Nous rappellerons que, dans des expériences précédentes, nous avons donné les principales propriétés de ces différents acétylures acétyléniques.

» De l'ensemble de ces expériences, nous pouvons conclure qu'à la température de 100° les hydrures alcalins et alcalino-terreux réagissent sur le gaz acétylène en produisant des acétylures acétyléniques avec mise en liberté d'hydrogène. Cette réaction est importante parce qu'elle nous permet de passer, avec facilité et à basse température, des hydrures aux car-

(¹) H. Moissan, *Préparation des acétylures acétyléniques de cœsium et de rubidium* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1218).

(²) H. Moissan, *Préparation et propriétés de l'hydrure de calcium* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 29).

bures; il suffit, en effet, de chauffer dans le vide l'acétylure acétylénique comme nous l'avons démontré précédemment, pour lui enlever, par dissociation, le groupement acétylène et obtenir le carbure correspondant.

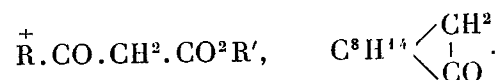
» Cette réaction nous conduit donc, en somme, à un nouveau procédé de préparation des carbures alcalins et alcalino-terreux.

» A cette même température de 100°, l'éthylène et le méthane ne réagissent pas sur les différents hydrures alcalins. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence des dissolvants sur le pouvoir rotatoire de certaines molécules. Dérivés du camphre.* Note de MM. **A. Haller** et **J. Minguin**.

« De nombreuses recherches effectuées par divers auteurs et par nous mêmes sur des corps plus ou moins complexes renfermant la fonction cétonique ont montré que la substitution de radicaux négatifs à l'hydrogène du groupement hydrocarboné avoisinant le radical fonctionnel CO, conférait à la nouvelle molécule la tendance, l'aptitude à subir, dans certaines conditions, la transformation *énolique*. Ce changement ne peut toutefois se réaliser que si le groupement modifié renferme encore un atome d'hydrogène.

» Pour fixer nos idées, nous allons citer quelques exemples puisés dans nos propres recherches. Les éthers acylcyanacétiques et camphocarboniques, le camphre cyané dérivent des éthers acylacétiques et camphre qui, dans leurs *principales* réactions, se comportent comme des cétones simples (camphre) ou à fonctions mixtes (éthers acylacétiques) :



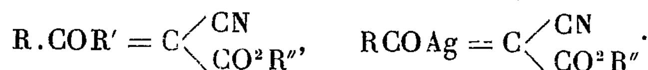
$$\overset{+}{R}.CO.CH^2.CO^2R', \qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\ |\\ CO\end{array}\right. .$$

» Nos recherches antérieures ([1]) et celles récentes de M. Schmidt ([2]), ont montré que les combinaisons argentiques de ces éthers acylcyanés fournissent par double décomposition des éthers énoliques. Ces derniers composés, ainsi que les sels qui leur ont donné naissance, ne peuvent donc

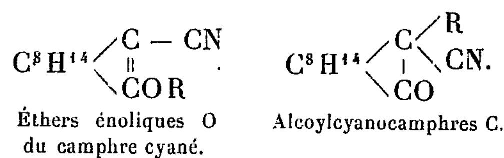
([1]) A. Haller et G. Blanc, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1591.

([2]) Schmidt, *Ibid.*, t. CXXXVI, p. 689.

être représentés que par les formules suivantes :



» Nous avons, d'autre part, fait voir, il y a quelques années (1), et tout récemment encore (2), que le camphre cyané est susceptible de fournir tout à la fois des éthers énoliques O et des dérivés substitués C, quand on le traite par des iodures alcooliques en présence de solutions alcalines dans l'alcool ou d'alcoolates de sodium. Ces corps ont respectivement pour formules :



Éthers énoliques O du camphre cyané. Alcoylcyanocamphres C.

» Ils se distinguent nettement les uns des autres par un ensemble de réactions chimiques qui justifient cette manière de les représenter.

» Dans toutes ces molécules, on ne peut concevoir l'énolisation qu'à la condition d'admettre une double liaison entre le groupement énolique et l'atome de carbone voisin qui a contribué à sa formation. Or, nous avons montré (3) que le pouvoir rotatoire des éthers énoliques du camphre cyané était supérieur à celui de leurs isomères C, et, par analogie avec nos résultats trouvés avec les combinaisons du camphre (4) et la méthylhexanone (5) avec les aldéhydes, nous sommes portés à attribuer, provisoirement, cette exaltation du pouvoir rotatoire à la présence de cette double liaison fixée sur les noyaux du camphre et de la méthylhexanone qui renferment le carbone asymétrique.

» Cette cause d'exagération du pouvoir rotatoire étant provisoirement admise, nous avons cherché, au moyen de mesures polarimétriques : 1° S'il n'était pas possible de saisir la formation progressive, au sein des divers dissolvants, des formes énoliques du camphre cyané, de l'acide campho-

(1) A. Haller et J. Minguin, *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 290.
(2) A. Haller, *Ibid.*, t. CXXXVI, p. 789.
(3) A. Haller, *Ibid.*, t. CXXXVI, p. 789.
(4) A. Haller et P. Th. Muller, *Ibid.*, t. CXVIII, p. 1370.
(5) A. Haller, *Ibid.*, t. CXXXVI, p. 1222.

carbonique et de leurs dérivés; 2° A nous rendre compte quels étaient les dissolvants les mieux appropriés pour provoquer l'énolisation de ces corps.

» *Camphre cyané.* — Les premières mesures avec le camphre cyané ont été faites avec des solutions renfermant 1g,0315 de camphre cyané par 25^{cm^3} de dissolvant. Rappelons que les déterminations au sein de l'alcool doivent être faites aussi rapidement que possible, le camphre cyané s'y décomposant à la longue.

Dissolvants.	Valeur de α_D.	Dissolvants.	Valeur de α_D.
Benzène exempt de thiophène.	0°	Iodure de méthyle.........	+37°,3
Toluène (1)................	+ 4,03	Iodure de propyle..........	+36,3
Paraxylène (1)..............	+ 3,03	Acide formique............	+42,4
Alcool éthylique............	+12,16	Acide acétique............	+45,4
Cyanure de méthyle (2)......	+27,92	Acide isobutyrique.........	+48,4
Cyanure d'éthyle (2)........	+28,58		

» Une seconde série de mesures a été effectuée avec des dissolutions d'alcoolate de sodium dont la teneur en sodium variait de 0,03 à 0,06 et 0,12 de Na pour les mêmes quantités de camphre cyané. Les pouvoirs rotatoires α_D observés ont varié de

$$+68°,5 \quad \text{à} \quad +88°,8 \quad \text{et} \quad \text{à} \quad +132°,4.$$

» Nous avons enfin fait des déterminations sur des solutions de camphre cyané (0g,2 par 25^{cm^3}) dans de la soude dont le titre variait de 7g,41 à 29g,67 par litre, et avons observé que, dans ces conditions, on obtenait toujours le même pouvoir rotatoire

$$\alpha_D = +162°,15.$$

» Ces résultats montrent que, dans la benzine et ses homologues qui ne sont pas des liquides ionisants, le pouvoir rotatoire est à peu près nul, tandis que dans les autres solvants, et en particulier dans les liquides alcalins, qui sont des ionisants par excellence, ce pouvoir rotatoire est très élevé.

» *Acide et éthers camphocarboniques.* — Pour l'acide camphocarbonique, les mesures ont été faites avec des solutions renfermant 0,38 d'acide camphocarbonique. Les résultats obtenus ont été les suivants :

Dissolvants.	α_D.	Dissolvants.	α_D.
Benzène.....................	+18°	Iodure d'éthyle...............	73°,3
Alcool éthylique.............	60	Eau..........................	73,3
Cyanure de méthyle..........	62,5	Soude caustique...............	87,5

Ici encore les liquides ionisants exercent une action manifeste sur le pouvoir rotatoire.

---

(1) De légères traces d'impureté dans les carbures benzéniques modifient considérablement les résultats et ont pour effet d'augmenter le pouvoir rotatoire.

(2) Vu le peu de solubilité du camphre cyané dans ces nitriles, on a dû faire des liqueurs renfermant : la première, 0g,657, et, la seconde, 0g,655 par 25^{cm^3}.

» *Éthers camphocarbonіques :*

	Benzine.	Alcool.
Camphocarbonate de méthyle ($1^g,2$ dans 25^{cm^3}).........	$+21°,12$	$57°,3$
» de propyle ($0^g,8$ dans 25^{cm^3}).........	$+23°,4$	$55°,7$
» d'isobutyle ($1^g,628$ dans 25^{cm^3})......	»	$57°,4$

» Si nous prenons les pouvoirs rotatoires de ces mêmes éthers dans des solutions benzéniques additionnées de sodium, nous constatons une augmentation considérable dans la déviation. Comme l'a montré M. Brühl (¹), certains de ces éthers donnent, avec du sodium, des combinaisons qui sont parfaitement solubles dans le benzène. Le savant allemand, en se basant sur des considérations d'ordre chimique, attribue à ces composés sodiques une fonction énolique.

» Nos déterminations corroborent les vues de M. Brühl.

Camphocarbonate de méthyle (2^g dans 25^{cm^3} de $C^6H^6 + 0^g,22$ de Na)...	$\alpha_D = +121°,5$
» de propyle (2^g dans 25^{cm^3} de $C^6H^6 + 0^g,19$ de Na)...	$\alpha_D = +142°,6$
» d'isobutyle ($1^g,282$ dans 25^{cm^3} de $C^6H^6 + 0^g,15$ de Na).	$\alpha_D = +138°,4$

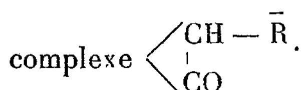
» Toutes les molécules que nous venons d'envisager possèdent dans le complexe $\left\langle\begin{array}{l}\mathrm{CH\overline{R}}\\ \mid\\ \mathrm{CO}\end{array}\right.$ un hydrogène labile, de telle sorte que ce complexe devient passagèrement et grâce au dissolvant, $\left\langle\begin{array}{l}\mathrm{C\overline{R}}\\ \parallel\\ \mathrm{COH}\end{array}\right.$, c'est-à-dire qu'il possède une double liaison.

Si maintenant nous prenons des molécules à complexe $\left\langle\begin{array}{l}\mathrm{C}\begin{array}{l}\diagup\overset{+}{\mathrm{R}'}\\ -\overline{\mathrm{R}}\end{array}\\ \mid\\ \mathrm{CO}\end{array}\right.$ ou $\left\langle\begin{array}{l}\mathrm{C}\diagup\overline{\mathrm{R}}\\ \parallel\\ \mathrm{COR}'\end{array}\right.$ et qu'on en prenne le pouvoir rotatoire, on peut se rendre compte que ce pouvoir est loin de subir des variations aussi considérables avec les divers dissolvants que celui des molécules étudiées plus haut.

	Benzène.	Alcool.	Acide acétique.	Iodure de méthyle.	Alcool sodé.
Méthylcyanocamphre (forme cétonique)..	$\alpha_D = +93°,7$	$+93°,7$	$+93°,7$	$+95°,7$	
» (forme énolique)..	$\alpha_D = +146$	$+156,2$	$+177$	$+165,6$	$+154°$
Propylcyanocamphre (forme énolique)...	$\alpha_D = +94,12$	$+100$	$+103,12$		
Allylcamphocarbonate de méthyle.......	$\alpha_D = +33,25$	$+56,88$	$+56,88$		$+56,88$

» Le benzène possède toujours une action déprimante sur le pouvoir de

(¹) Brühl, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXXV, p. 4038.

certains de ces composés; mais, nous le répétons, les différences sont loin d'être aussi marquées qu'avec les molécules qui possèdent le complexe 

» Nous ne saurions assez le répéter, ces mesures ne donnent que des indications sur le sens des phénomènes observés et ne sauraient avoir une valeur absolue, car il convient d'étudier pour chaque corps en particulier, les variations qu'éprouve le pouvoir rotatoire, non seulement avec les divers dissolvants, mais encore avec des concentrations et à des températures différentes.

» Nous avons l'intention de continuer cette étude et d'étendre nos recherches sur des molécules appartenant soit à la série du camphre, soit à d'autres séries renfermant des carbones asymétriques. »

MÉDECINE. — *Le Nagana, le Surra et le Caderas constituent trois entités morbides distinctes.* Note de MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil.**

« Dans une Note antérieure ([1]) nous avons montré que le Nagana ou maladie de la tsétsé et le Caderas étaient des entités morbides bien distinctes; nous avons réussi depuis lors à nous procurer des animaux infectés de Surra et nous avons pu comparer les Trypanosomes du Surra, au point de vue morphologique et au point de vue de leur action pathogène, aux Trypanosomes du Nagana et à ceux du Caderas. La question d'identité ou de non-identité de ces maladies étant encore indécise, cette étude comparative présentait un grand intérêt.

» Le Nagana règne en Afrique, le Surra règne aux Indes, et le Caderas dans l'Amérique du Sud; par suite, les observateurs qui ont étudié sur place ces épizooties, n'ont pas pu les comparer, ni étudier l'action de chacun des parasites sur les animaux ayant acquis l'immunité pour les autres Trypanosomes. Nous avons réussi à nous procurer, à Paris, des animaux infectés par chacune des trois maladies et c'est grâce à cela que nous avons pu résoudre des questions encore indécises.

» Le virus du Nagana qui a servi à nos expériences était originaire du Zoulouland ([2]).

([1]) A. Laveran et F. Mesnil, *Comptes rendus*, 17 novembre 1902.

([2]) A. Laveran et F. Mesnil, *Ann. de l'Inst. Pasteur*, 1902.

» Le virus du Caderas provenait de l'Amérique du Sud et nous avait été fourni très obligeamment par MM. Elmassian et Lignières.

» Le virus du Surra nous a été envoyé de Maurice; ceci demande quelques explications.

» A la fin de l'année 1901 une épizootie due à des Trypanosomes a envahi l'île Maurice et a pris rapidement une grande extension, dépeuplant les écuries et les étables. Sur les chevaux et les mulets la mortalité a été de 100 pour 100; pour les Bovidés elle n'a dépassé 20 à 25 pour 100 que lorsque les animaux étaient surmenés.

» Plusieurs observateurs des plus compétents s'accordent à dire que la maladie a été importée de l'Inde. L'île Maurice s'approvisionne d'ordinaire de bestiaux à Madagascar; pendant la guerre du Transvaal, ce marché se trouva virtuellement fermé par la concurrence des autorités militaires anglaises et les commerçants de Maurice trouvèrent avantage à faire venir des bestiaux de l'Inde, c'est-à-dire d'une région où le Surra est endémique. Cette origine permettait déjà de conclure qu'il s'agissait vraisemblablement du Surra et non du Nagana ([1]).

» L'examen des préparations du sang des animaux malades confirmait cette opinion; le Trypanosome du Surra ou *Tr. Evansi*, se distingue, en effet, par quelques caractères, secondaires il est vrai, du Trypanosome du Nagana, ou *Tr. Brucei*.

» *Tr. Brucei* est plus court, plus ramassé que *Tr. Evansi;* dans le sang frais, ses mouvements ont moins d'étendue, il ne se meut guère que sur place. Après fixation du sang et coloration, on constate que l'extrémité postérieure est plus effilée, en général, chez *Tr. Evansi* que chez *Tr. Brucei*, et que la partie libre du flagelle est plus longue chez le premier de ces hématozoaires que chez le second. Le protoplasma de *Tr. Brucei* contient, en général, des granulations chromatiques plus nombreuses et plus grosses que celui de *Tr. Evansi*. Les noyaux et les centrosomes ont le même aspect.

» *Pour la même espèce animale,* la longueur moyenne de *Tr. Evansi* dépasse d'ordinaire de quelques microns celle de *Tr. Brucei*, la largeur étant un peu plus grande chez ce dernier. Les deux Trypanosomes se multiplient par bipartition; au moment de la division la largeur augmente davantage chez *Tr. Brucei* (elle atteint jusqu'à 5^{μ} à 6^{μ}) que chez *Tr. Brucei*.

» Nous avons pu comparer les spécimens de Trypanosomes de Maurice à des Trypanosomes du Surra que nous devons à l'obligeance de M. Carougeau, vétérinaire de l'institut Pasteur de Nha-Trang (Annam) et

(1) A. Laveran, *Sur l'épizootie qui a régné en 1902 à l'île Maurice* (*Acad. de Médecine*, 28 octobre 1902).

nous n'avons constaté aucune différence entre les Trypanosomes de ces deux provenances.

» Au point de vue des symptômes et au point de vue de l'action pathogène sur les différentes espèces animales, l'épizootie de Maurice se rapprochait aussi du Surra, mais, après avoir conclu que cette épizootie était due au Surra, on se trouvait conduit à se demander si le Nagana et le Surra ne constituaient pas de simples variétés d'une même maladie, car on ne trouvait, ni dans la morphologie des Trypanosomes, ni dans leur action pathogène sur les animaux, ni dans les symptômes, ni dans l'évolution de la maladie, des caractères différentiels assez nets pour autoriser à conclure.

» Une épreuve s'imposait, pour trancher cette question : il fallait inoculer le Surra à un animal ayant l'immunité pour le Nagana et constater si l'animal s'infectait ou non. Il arrive qu'une forme légère d'une maladie ne protège pas contre une forme grave; dans le cas particulier, cette objection était sans valeur, car la virulence du Nagana est égale sinon supérieure à celle du Surra.

» Grâce à l'obligeance de M. Deixonne, vétérinaire à l'île Maurice, et de M. le D[r] Vassal, nous avons pu réaliser cette expérience, qui nous paraît décisive.

» Le Trypanosome du Caderas ou *Tr. equinum* a un caractère morphologique qui permet de le distinguer de *Tr. Evansi* et de *Tr. Brucei*: le centrosome très apparent chez ces deux derniers Trypanosomes est si petit chez *Tr. equinum* que son existence a pu être mise en doute; *a priori* on pouvait donc supposer que le Surra et le Caderas constituaient des entités morbides distinctes, mais il était utile de s'assurer si des animaux ayant l'immunité pour le Caderas étaient susceptibles de s'infecter de Surra.

» *Les animaux immunisés contre le Nagana et contre le Caderas sont sensibles au Surra.* — Les animaux qui nous ont servi pour établir ces faits sont *deux chèvres* (I et II) et *un bouc*. Tous les trois avaient été infectés, en octobre-novembre 1902, avec du sang d'animal *cadéré;* à aucun moment, ils n'ont montré de phénomènes morbides; le poids a toujours été en augmentant. L'infection à Tryp. du Caderas a duré 5 mois environ. Depuis le mois d'avril, le sang ne renferme plus de Trypanosomes.

» La *chèvre I*, préalablement à l'infection par le Caderas, était solidement immunisée contre le Nagana. C'est un des deux animaux qui nous ont servi à établir l'autonomie mutuelle du Nagana et du Caderas. L'immunité de cette chèvre pour le Nagana s'est maintenue : une injection sous-cutanée de sang nagané, faite le 20 mai 1903, n'a amené aucune nouvelle infection. Le 5 juin 1903, les *deux chèvres* ont reçu chacune, sous la peau de l'oreille, $0^{cm^3},5$ de sang dilué de souris avec très nombreux Trypanosomes du Surra. En même temps, le *bouc* (de poids intermédiaire aux poids des deux

chèvres) était inoculé avec $0^{cm^3},5$ de sang dilué de souris avec Trypanosomes du Caderas.

» Les *deux chèvres* ont réagi de la même façon à l'injection de Surra : elles ont montré une légère poussée thermique à 40°,5 resp. 40° le cinquième resp. sixième jour après l'inoculation. Mais la température était redescendue à la normale (entre 38° et 39°) le lendemain et elle y est restée depuis.

» Nous n'avons jamais observé de Trypan. à l'examen microscopique du sang des deux chèvres; mais les inoculations de ce sang à la dose de $0^{cm^3},5$ dans le péritoine de souris se sont montrées positives, ainsi qu'en témoignent les expériences suivantes :

» 1° *Sang retiré* 5 *jours après l'inoculation des chèvres.* — Les deux souris qui ont reçu le sang de la *chèvre I* montrent des Trypan. dans leur sang à l'examen microscopique 5, resp. 6 jours après leur inoculation. Celles qui ont reçu le sang de la *chèvre II* montrent des Trypan. 5, resp. $7\frac{1}{2}$ jours après leur inoculation.

» 2° *Sang retiré* 10 *jours après l'inoculation des chèvres.* — Les deux souris qui ont reçu le sang de la *chèvre I* montrent des Trypan. dans leur sang à l'examen microscopique 4, resp. 5 jours après leur inoculation. Celles qui ont reçu le sang de la *chèvre II* montrent des Trypan. 3 jours après leur inoculation.

» L'infection des deux chèvres suit donc une marche sensiblement identique; l'immunité de la *chèvre I* pour le Nagana n'a donc modifié en rien sa réceptivité pour le Surra.

» Le *bouc* réinoculé avec du sang cadéré n'a pas contracté de nouvelle infection, ce qui confirme le fait déjà établi que les animaux guéris du Caderas ont bien l'immunité pour cette maladie. En revanche, l'exemple des deux chèvres prouve qu'ils sont sensibles au Surra.

» Il ressort de ces expériences que le Surra constitue une entité morbide bien distincte du Nagana et du Caderas ; nous avons fait précédemment la même démonstration pour le Nagana et le Caderas. Nous sommes donc en droit de conclure que le Nagana, le Surra et le Caderas sont trois entités morbides distinctes. »

Le Congrès international des Savants à l'Exposition universelle de Saint-Louis, 1904. Communication de M. **Newcomb.**

« A notre Exposition universelle de Saint-Louis, destinée à célébrer la cession par la France d'un territoire qui est aujourd'hui le tiers de notre domaine, on fait de grands préparatifs pour réaliser une réunion de savants éminents, différente de ce qu'on a conçu jusqu'ici. Il s'agit d'un Congrès des représentants de toutes les grandes branches des connaissances humaines, se proposant de discuter les relations mutuelles des sciences, les

progrès de chacune d'elles pendant le siècle écoulé, et leurs applications aux besoins de l'homme. Le but serait d'unifier les nombreuses branches de l'activité scientifique, de manière à en faciliter la coordination.

» Pour assurer le succès d'un tel projet, il faut avoir un plan dont tous les détails soient fixés d'avance. A cet effet, les Directeurs de l'Exposition ont organisé un Comité administratif et plusieurs Conseils des hommes éminents de notre pays, pour arrêter un programme et procéder à l'organisation du Congrès. Voici l'idée générale du plan :

» Le Congrès s'assemblera le 19 septembre 1904. On a choisi cette époque, parce qu'alors les chaleurs de l'été sont passées et le climat, quoique de temps en temps assez chaud, ne cesse d'être agréable. Les professeurs d'Europe et d'Amérique auront le temps d'assister au Congrès et de revenir ensuite chez eux à temps pour reprendre leurs cours.

» Le matin du premier jour, cérémonies d'ouverture, organisées par les autorités de l'Exposition. Ces cérémonies doivent se terminer par un discours sur l'unité des sciences et l'objet du Congrès. L'après-midi du même jour, le Congrès se séparera en sept grandes divisions, dont quatre définissent les domaines de nos connaissances, et trois s'occupent des applications de ces connaissances aux besoins de l'homme.

» Le deuxième jour, des discours seront prononcés en 26 départements des sciences et de leurs applications. Ces discours seront d'un caractère général et formeront comme une introduction aux discussions ultérieures.

» Les quatre jours suivants, le Congrès se séparera en 130 sections environ, dont chacune constituera une branche en relation avec les autres. A chacune de ces sections deux discours seront prononcés sur les relations du sujet et les problèmes du jour.

» En assemblant ce Congrès, les Directeurs de l'Exposition désirent élever un monument durable, en une série de volumes dans lesquels des savants éminents montreront l'unité de la Science et en esquisseront l'état au commencement du vingtième siècle. Leur vœu est que la France prenne une part importante dans ce Congrès, et ma mission ici est de porter aux savants français leur invitation la plus cordiale d'y assister. Vu la part que la France a prise dans les événements historiques que l'Exposition est destinée à célébrer, nous espérons que ce vœu obtiendra une réponse favorable, tant de la part du Gouvernement que de celle des Membres éminents de l'Institut de France, et des Savants de tout votre pays. »

PALÉONTOLOGIE HUMAINE. — *Les peintures de la grotte d'Altamira (Espagne).* Note de MM. **Emile Cartailhac** et abbé **H. Breuil.**

« La grotte d'Altamira, près Santillana del Mar, province de Santander, fut signalée dès 1880 par M. de Sautuola comme renfermant de nombreux débris de cuisine et d'industrie de l'âge de la pierre, et des peintures en rouge et noir figurant avec beaucoup d'originalité divers animaux. Ces peintures étaient alors uniques en leur genre. Leur âge n'était point fixé, leur étude resta superficielle. Mais dans ces dernières années des découvertes effectuées dans six grottes françaises ont démontré que l'ornementation des cavernes par la gravure au trait et par des peintures à un moment assez ancien du quaternaire, était un fait dont il importait de rechercher d'autres exemples et d'étudier avec soin tous les aspects.

» Dans ce but nous nous sommes rendus en Espagne et l'examen de la grotte d'Altamira a exigé un mois de travail assidu.

» La région appartient au calcaire crétacé. Son aspect révèle une grande circulation souterraine des eaux, et sur des points très nombreux le sol a des effondrements circulaires. La grotte est entourée de semblables dépressions qui révèlent des grottes écroulées. Elle-même est le type parfait de cet accident : on marche dans plusieurs galeries sur un plafond tombé dont les grandes plaques polygonales sont encore contiguës, tandis qu'une assise formant voûte est craquelée et soutenue sur de vastes largeurs par de simples pressions latérales. La ruine, sur quelques points, est imminente et la circulation devient de jour en jour plus dangereuse pour les visiteurs.

» Une série d'amples éboulements a ainsi ouvert la première partie de la caverne actuelle, sur une longueur de 250^{m}. Plus loin, et suivant les dislocations préalables de la roche, existent des galeries étroites et surbaissées dues à l'action des courants. L'une d'elles a 50^{m} de long.

» Les traces d'habitation préhistorique sont considérables et localisées à l'entrée. Là aussi sont accumulées les peintures et les gravures, presque exclusivement d'abord sur le plafond, et assez loin déjà de la lumière du jour. On les retrouve jusqu'au fond. Leur distribution est très inégale et singulièrement mystérieuse. De nombreux petits signes noirs, formés de points et de traits, se voient uniquement dans les galeries profondes disséminées sans aucun ordre, sans signification appréciable. En noir également sont cinq figures compliquées, juxtaposées dans un recoin du boyau ter-

minal; elles ont quelque analogie avec de longs boucliers australiens décorés de lignes variées.

» Une étroite ramification de la grande galerie est très spécialement marquée au plafond de signes noirs et sur les côtés et de bandes rouges en forme d'échelle.

» De nombreux animaux s'observent un peu partout : les uns figurés en noir, en général de petite dimension (0,40, 0,80, etc.), souvent indiqués par un simple contour. Les autres en rouge pointillé ou bien en teintes plates, tracés avec plus d'ampleur, spéciaux à la salle d'entrée de gauche. Ces deux catégories sont parfois entamées par des gravures au trait qui se rencontrent isolément sur toute l'étendue de la caverne.

» Dans la première salle, sur ces images et par conséquent plus récentes, d'autres peintures ont été établies qui sont d'une valeur bien supérieure. L'exactitude des proportions, la rigueur des lignes laissent peu à désirer. Cette perfection du dessin est bien secondée par une technique perfectionnée, par l'utilisation de toutes les teintes et des effets qui peuvent résulter du mélange et de la juxtaposition du noir et du rouge; les attaches des membres ou les membres eux-mêmes se détachent en relief brusque grâce à des bandes claires obtenues par le lavage habile de la couleur. Une légère gravure, préalable en général, ou de simples raclages dessinent ordinairement l'esquisse de l'animal représenté. Le trait des pieds, des yeux, des narines, des cornes est plus accentué. Certaines parties ou particularités ne sont parfois que gravées.

» Ces grandes images (long., $1^{m},25$ à $2^{m},20$) sont plus ou moins juxtaposées dans tous les sens sur un plafond de 40^{m} de long sur 10^{m} de large.

» Mais souvent les reliefs naturels de la pierre, ses mamelons quelquefois volumineux ont déterminé le choix de la place et la direction du corps de telle sorte que tout ou partie de l'animal se présente avec l'apparence d'une sculpture coloriée. Les animaux sont représentés debout, courant ou au repos, couchés ou accroupis, ceux-ci ont des attitudes à la fois exactes et des plus singulières.

» Dans les peintures on note des bovidés, en majorité des bisons, puis des sangliers, des chevaux, une biche. Dans les gravures les têtes de biche dominent, nous avons en moins le sanglier et en plus un très beau cerf à ramure très développée, ainsi que des chèvres.

» De fort curieux grands signes rouges sont multipliés auprès des animaux du plafond en question dont une large partie paraît avoir été réservée pour eux. Il est difficile de leur refuser un sens déterminé.

» D'autres signes, mais gravés, forment une seconde catégorie spéciale : on dirait des huttes en branchages. Plus de vingt sont disséminées dans la même salle. Dans leur voisinage sont quelques silhouettes humaines gravées d'un trait léger, vaguement esquissées, sans art, mais remarquables par certains détails que l'Ethnographie comparée expliquerait peut-être et surtout par le geste des bras qui rappelle celle des suppliants.

» On peut dater ces œuvres étonnantes par l'étude du gisement sous-jacent et par comparaison avec celles des grottes françaises.

» Le gisement, bien qu'inexploré dans sa plus grande partie, appartient archéologiquement aux assises anciennes à gravures de M. Piette, à la base des couches du bel âge du Renne dans le Midi pyrénéen. Il y a donc à ce point de vue essentiel parfaite concordance entre la grotte d'Altamira et celles dont le remplissage date aussi la décoration murale, Pair-non-pair, La Mouthe, Marsoulas.

» Au point de vue des œuvres d'art, il y a de même un lien évident entre ce qu'on observe dans la grotte espagnole et dans les six grottes françaises déjà signalées. Ce sont des manifestations variées et compliquées du même style, des mêmes procédés, soit pour les gravures, soit pour les diverses peintures. Ce sont les suites de la même tradition, c'est la révélation des mêmes préoccupations, de la même idée, de la même culture intellectuelle. Mais on doit reconnaître la haute supériorité à tous égards des images polychromes d'Altamira.

» La faune figurée d'Altamira n'offre pas, comme celles de la Gironde, de la Dordogne et du Gard, des espèces éteintes et émigrées telles que le Mammouth. Il n'y a pas davantage le Renne. Mais il faut noter qu'il en est de même dans la grotte géographiquement intermédiaire de Marsoulas (Haute-Garonne). Les espèces de la phase froide du quaternaire sont seulement en train de descendre, elles ne descendront pas jusqu'à la latitude d'Altamira.

» De plus, l'artiste a fait un choix systématique et restreint des animaux. On l'avait observé pour les gravures sur os des armes et des outils, le fait est encore plus évident dans la décoration des parois rocheuses. »

M. **Salomon Reinach** fait observer que les animaux, représentés dans les peintures rupestres de l'âge du Renne, sont tous comestibles et que, dans le nombre, il n'y a pas de carnassiers. C'étaient donc, pour les troglodytes chasseurs et pêcheurs, des animaux *désirables*. Le fait qu'ils ont seuls été

figurés autorise à croire que l'objet des artistes primitifs a été d'exercer une attraction magique sur les animaux de même espèce. Les indigènes de l'Australie centrale peignent aussi, sur les rochers ou sur le sol, des figures d'animaux, dans le but avoué d'en favoriser la multiplication. On ne représente pas des carnassiers, par la même raison qui, dans certaines campagnes, fait qu'on évite de prononcer le nom du loup. Les objets gravés et sculptés que l'on a recueillis dans les cavernes de l'époque du Renne offrent un caractère analogue; ce ne sont pas les amusements de chasseurs oisifs, mais les talismans de chasseurs qui craignent de manquer de gibier. A cette phase très ancienne de l'évolution humaine, la religion (au sens moderne de ce mot) n'existe pas encore; mais la magie joue un rôle considérable et s'associe à toutes les formes de l'activité.

M. Reinach ajoute que, d'après une lettre de M. le professeur Frazer, de Cambridge, certains faits encore inédits, recueillis en Australie par MM. Spencer et Gillen, viennent à l'appui de son opinion.

MÉCANIQUE. — *La propagation des ondes dans les milieux élastiques selon qu'ils conduisent ou ne conduisent pas la chaleur;* par M. **P. Duhem**.

« Conservons les notations de notre Note précédente (¹). Supposons que l'on ait, au sein du milieu élastique,

$$\xi = a_{11}a + a_{12}b + a_{13}c,$$
$$\eta = a_{21}a + a_{22}b + a_{23}c,$$
$$\zeta = a_{31}a + a_{32}b + a_{33}c,$$

les a_{ij} étant neuf quantités indépendantes de a, b, c; la déformation du milieu sera *homogène;* les ε_i, γ_i auront des valeurs indépendantes de a, b, c; il en sera de même des N_i, T_i, pourvu que la température T soit elle-même uniforme; le milieu pourra être maintenu en équilibre par des actions purement superficielles; si dS est un élément de la surface terminale et si α, β, γ sont les cosinus qui déterminent la direction de la normale à l'élément dS vers l'intérieur du milieu, la force qui sollicite l'élément dS aura

(¹) *Sur la propagation des ondes dans un milieu parfaitement élastique affecté de déformations finies* (*Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 1379; séance du 8 juin 1903).

pour composantes

$$P_x dS = (N_x \alpha + T_z \beta + T_y \gamma)\, dS,$$
$$P_y dS = (T_z \alpha + N_y \beta + T_x \gamma)\, dS,$$
$$P_z dS = (T_y \alpha + T_x \beta + N_z \gamma)\, dS.$$

» Imaginons que l'on impose aux quantités a_{ij} des variations infiniment petites arbitraires δa_{ij}; que l'on impose en même temps à la température T la variation δT, la même en tous les points du milieu; nous dirons que nous imposons au milieu une *perturbation homogène*. Après cette perturbation, le milieu est encore maintenu en équilibre par des actions purement superficielles; l'élément dS, devenu dS', supporte une force dont les composantes sont $P'_x dS'$, $P'_y dS'$, $P'_z dS'$. Les différences

$$P'_x dS' - P_x dS = dS\, \delta P_x, \qquad P'_y dS' - P_y dS = dS\, \delta P_y,$$
$$P'_z dS' - P_z dS = dS\, \delta P_z$$

sont ce que nous nommerons les *actions perturbatrices;* le *travail perturbateur* relatif à la perturbation considéré est

$$d\varpi = \int (\delta P_x \delta\xi + \delta P_y \delta\eta + \delta P_z \delta\zeta)\, dS.$$

Si, durant la perturbation définie par les δa_{ij}, la température T est maintenue invariable ($dT = 0$), le travail perturbateur est isothermique; sa valeur est $d_T \varpi$. Si, au contraire, δT est lié aux mêmes valeurs de δa_{ij} par une relation telle que l'entropie du système ne change pas, le travail perturbateur est isentropique; sa valeur est $d_Q \varpi$.

» Gardant les notations de notre dernière Communication, supposons que l'on prenne

$$(1) \quad \begin{cases} \delta a_{11} = \eta l \mathcal{F}, & \delta a_{12} = \eta m \mathcal{F}, & \delta a_{13} = \eta n \mathcal{F}, \\ \delta a_{21} = \eta l \mathcal{G}, & \delta a_{22} = \eta m \mathcal{G}, & \delta a_{23} = \eta n \mathcal{G}, \\ \delta a_{31} = \eta l \mathcal{H}, & \delta a_{32} = \eta m \mathcal{H}, & \delta a_{33} = \eta n \mathcal{H}, \end{cases}$$

η étant une quantité infiniment petite indépendante de a, b, c; les quantités F et $F + Q^2$, premiers membres des quadriques qui servent à déterminer les perturbations qu'une onde peut propager et les vitesses avec lesquelles se fait cette propagation, ont pour valeurs respectives

$$F = \eta^2 d_T \varpi, \qquad F + Q^2 = \eta^2 d_Q \varpi.$$

Le fait que la surface $F = 1$ est un ellipsoïde réel découle de la *loi du déplacement isothermique de l'équilibre*, par laquelle $d_T \varpi$ est essentiellement positif; cette loi entraîne d'ailleurs comme conséquence la *loi du déplacement isentropique de l'équilibre* par laquelle $d_Q \varpi$ est positif. Elle entraîne aussi cette conséquence que le milieu élastique dont les masses élémentaires sont soustraites à toute force extérieure demeure en équilibre stable si l'on maintient sa température invariable et sa surface limite immobile.

» Dans le cas où le milieu est fluide, le théorème de Reech enseigne que

$$\frac{d_Q \varpi}{d_T \varpi} = \frac{C_p}{C_v},$$

C_p, C_v étant les deux chaleurs spécifiques du fluide, à moins que la perturbation homogène n'entraîne aucune variation de densité, cas auquel

$$d_Q \varpi = d_T \varpi.$$

Il en résulte que la vitesse de propagation d'une perturbation transversale au sein d'un fluide est la même que le fluide conduise ou non la chaleur (elle est nulle dans les deux cas); au contraire, dans le second cas, la vitesse de propagation des perturbations longitudinales s'obtient en multipliant par $\sqrt{\frac{C_p}{C_v}}$ la vitesse de propagation qui convient au premier cas.

» Ce théorème de Laplace ne s'étend pas aux milieux autres que les fluides. Considérons, par exemple, un milieu élastique infiniment peu déformé. Nous aurons

$$(2) \qquad \frac{F + Q^2}{F} = \frac{\delta' N_x \, \delta\varepsilon_1 + \delta' N_y \, \delta\varepsilon_2 + \delta' N_z \, \delta\varepsilon_3 + \delta' T_x \, \delta\gamma_1 + \delta' T_y \, \delta\gamma_2 + \delta' T_z \, \delta\gamma_3}{\delta N_x \, \delta\varepsilon_1 + \delta N_y \, \delta\varepsilon_2 + \delta N_z \, \delta\varepsilon_3 + \delta T_x \, \delta\gamma_1 + \delta T_y \, \delta\gamma_2 + \delta T_z \, \delta\gamma_3},$$

$\delta\varepsilon_i$, $\delta\gamma_i$ étant les valeurs qui découlent des égalités (1), δN_i, δT_i les variations de N_i, T_i lorsque la perturbation homogène (1) a lieu sans variation de température; $\delta' N_i$, $\delta' T_i$ les variations de N_i, T_i lorsque la même perturbation est isothermique.

» D'autre part, si c est la chaleur spécifique du milieu échauffé sans déformation; si C est sa chaleur spécifique lorsque les N_i, T_i sont maintenus invariables pendant l'échauffement; si $D\varepsilon_i$, $D\gamma_i$ sont les variations que subissent ε_i, γ_i lorsque la température varie de δT sans variation des N_i, T_i; si DN_i, DT_i sont les variations que subissent les N_i, T_i lorsque ε_i, γ_i subissent les variations $D\varepsilon_i$, $D\gamma_i$ sans changement de température; si $D'N_i$, $D'T_i$ correspondent au cas où la même perturbation homogène a lieu sans

changement d'entropie, on a

$$(3)\quad \frac{C}{c}=\frac{D'N_x\,D\varepsilon_1+D'N_y\,D\varepsilon_2+D'N_z\,D\varepsilon_3+D'T_x\,D\gamma_1+D'T_y\,D\gamma_2+D'T_z\,D\gamma_3}{DN_x\,D\varepsilon_1+DN_y\,D\varepsilon_2+DN_z\,D\varepsilon_3+DT_x\,D\gamma_1+DT_y\,D\gamma_2+DT_z\,D\gamma_3}.$$

En général, les seconds membres des égalités (2) et (3) ne sont pas égaux entre eux.

» Considérons, par exemple, un milieu *vitreux* très peu déformé, et gardons les notations dont nous avons déjà fait usage [1] dans l'étude d'un tel milieu.

» Que le milieu soit bon ou mauvais conducteur de la chaleur, s'il est exempt de viscosité, les perturbations transversales s'y propagent avec la même vitesse $\sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$. Si le milieu est bon conducteur de la chaleur, les perturbations longitudinales s'y propagent avec la vitesse

$$V=\sqrt{\frac{\lambda+2\mu}{\rho_0}}.$$

S'il est mauvais conducteur de la chaleur, elles s'y propagent avec la vitesse

$$V'=\sqrt{\frac{1}{\rho_0}\left\{\lambda+2\mu+\frac{\rho_0 T}{Ec}\left[\frac{d\varphi_1(T)}{dT}\right]^2\right\}}.$$

Enfin, on a

$$\frac{C}{c}=1+\frac{3\rho_0 T}{Ec(3\lambda+2\mu)}\left[\frac{d\varphi_1(T)}{dT}\right]^2,$$

E étant l'équivalent mécanique de la chaleur; on n'a donc pas $\frac{V'}{V}=\frac{C}{c}$. »

M. **Adolphe Carnot** fait hommage à l'Académie de deux brochures qu'il a publiées, il y a quelques années, sur les *Cartes agronomiques*.

» La première est un Rapport qu'il a présenté, en 1892, à la *Société nationale d'Agriculture*, dans lequel il s'est attaché à préciser le but et à déterminer le mode d'exécution des Cartes et des Notices agronomiques. Ses conseils ont été suivis et de nombreuses Cartes et Notices ont été faites depuis ce temps, dans un certain nombre de départements; chaque année, il prend soin de rendre compte des travaux nouveaux à la Société d'Agriculture et de lui proposer des encouragements pour les meilleurs d'entre eux.

---

[1] *Sur le mouvement des milieux vitreux, affectés de viscosité et très peu déformés* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, séance du 9 mars 1903, p. 592).

» La seconde brochure est un exposé sommaire des principes à suivre pour l'exécution des Cartes agronomiques, qui a été publié en 1896 dans la *Revue générale des sciences* et qui vient d'être réimprimé, à Caen, par les soins de M. Edmond Groult, le dévoué fondateur des *Musées cantonaux*. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *L. Cremona,* Correspondant pour la Section de Géométrie, décédé à Rome le 10 juin 1903.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres de la Commission de vérification des comptes de l'année 1902.

MM. **Troost** et **Bassot** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces qui peuvent, dans plusieurs mouvements, engendrer une famille de Lamé.* Note de M. **A. Demoulin.**

« Soit T un trièdre trirectangle mobile dépendant de trois paramètres. A partir d'une quelconque de ses positions, on peut lui imprimer une double infinité de déplacements infiniment petits. A chacun d'eux correspond un complexe linéaire, lieu des droites qui, dans le déplacement considéré, sont perpendiculaires aux vitesses de tous leurs points. Ces complexes forment un système linéaire à trois termes et, *en général,* ont en commun les génératrices d'une demi-quadrique (Q_1). Parmi les déplacements infiniment petits du trièdre T, il y en a une simple infinité qui se réduisent à une rotation : les axes de ces rotations sont les génératrices de la demi-quadrique (Q_2), complémentaire de la demi-quadrique (Q_1). Soit (Q) la quadrique qui porte ces deux demi-quadriques.

» Considérons maintenant un système triplement orthogonal quelconque. Par tout point O de l'espace passent trois surfaces (S), (S_1), (S_2) appartenant respectivement aux trois familles dont se compose le système. Les plans tangents à ces surfaces au point O sont les faces d'un trièdre T

dépendant de trois paramètres. La demi-quadrique (Q_2), relative à ce trièdre, est entièrement définie par la condition de renfermer les axes des cercles osculateurs des lignes de courbure qui se croisent en O.

» Quant à la demi-quadrique (Q_1), elle renferme les droites qui, dans les plans tangents aux surfaces (S), (S_1), (S_2), joignent les centres de courbure géodésique des mêmes lignes de courbure [1].

» Lorsqu'une des familles de Lamé dont se compose le système est formée de surfaces parallèles, la quadrique (Q) n'est autre que le paraboloïde de M. Mannheim. Ce cas excepté, pour que la quadrique (Q) soit un paraboloïde, il faut et il suffit que les rayons de courbure principaux des surfaces (S), (S_1), (S_2), au point O, soient liés par la relation

$$\text{(A)} \qquad R_{10}R_{21}R_{02} = R_{20}R_{01}R_{12}.$$

» Ces généralités trouvent leur application dans la démonstration des élégants théorèmes de M. Petot concernant les familles de Lamé composées de surfaces égales ou homothétiques (*Comptes rendus*, 1891 et 1894).

» Supposons d'abord qu'une famille de Lamé soit engendrée par une surface (S_2) animée d'un mouvement hélicoïdal. Marquons sur cette surface, prise dans une de ses positions, un point O et envisageons le trièdre T correspondant. Parmi les déplacements infiniment petits de ce trièdre, se trouve évidemment celui qui résulte du déplacement de (S_2). Par suite, le complexe linéaire attaché au mouvement hélicoïdal dont est animée cette surface renferme toutes les génératrices de la demi-quadrique (Q_1), et notamment la droite de jonction des centres de courbure géodésique des lignes de courbure de (S_2) qui se croisent en O. Ce point ayant été pris arbitrairement sur (S_2), le premier théorème de M. Petot est démontré.

» On établit avec la même facilité le second théorème de M. Petot, relatif aux familles de Lamé formées des homothétiques d'une surface donnée, par rapport à un point fixe [2]. Pour les systèmes triplement orthogonaux correspondants, la relation (A) est vérifiée et il en est de même dans le cas plus général où le centre d'homothétie est mobile.

---

(1) Pour abréger, nous négligeons ici le cas, qui se traite aisément, où l'une au moins des familles qui constituent le système serait composée de plans ou de sphères. Ce n'est que dans ce cas exceptionnel que les axes des rotations de T n'engendrent pas une demi-quadrique.

(2) Plus généralement, on peut énoncer une propriété caractéristique des surfaces qui engendrent une famille de Lamé en restant constamment semblables à elles-mêmes.

» Le premier théorème de M. Petot permet d'établir simplement tous les résultats obtenus jusqu'ici dans la recherche des surfaces qui, dans p mouvements hélicoïdaux linéairement indépendants, engendrent une famille de Lamé ([1]). Le nombre p peut recevoir une quelconque des six valeurs 1, 2, 3, 4, 5, 6; d'où six problèmes (que je numéroterai I, II, III, IV, V, VI) comportant des solutions de moins en moins étendues.

» Le problème I dépend, on le sait, d'une équation aux dérivées partielles du troisième ordre, formée par M. Darboux.

» Un périsphère étant donné, soient S le sommet du cône circonscrit à la surface suivant une ligne de courbure circulaire variable et π le plan mené par S et par la caractéristique du plan de cette ligne de courbure. Une solution du problème I est fournie par le périsphère pour lequel π est le plan polaire de S par rapport à un complexe linéaire. Ce périsphère, qui dépend d'une fonction arbitraire, admet comme cas particulier celui qui a été obtenu par M. Lucien Lévy (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1892).

» En ce qui concerne le problème II, quelques solutions ont été indiquées par MM. Petot, Catalan et L. Lévy, Adam, Cosserat. A ces solutions nous ajouterons les suivantes :

» 1° La développable dont l'arête de rebroussement est telle que ses normales principales appartiennent à une congruence linéaire. Cette courbe a été déterminée par M. Hatzidakis.

» 2° Le périsphère signalé plus haut et particularisé par la condition que S décrive une droite.

» Le problème II, pris dans toute sa généralité, n'a pas encore été résolu, mais on peut traiter complètement le cas où les deux mouvements hélicoïdaux se réduisent à des rotations autour d'axes qui se coupent.

» Soient π le plan de ces axes et O leur point d'intersection (situé à distance finie ou infinie). Les surfaces répondant à la question sont : 1° les plans et les sphères; 2° les cônes de sommet O; 3° les cônes de révolution dont les sommets sont situés dans le plan π et dont les axes sont perpendiculaires à ce plan; 4° les cyclides de Dupin telles que les droites par lesquelles passent les plans des lignes de courbure soient situées dans le plan π.

» Grâce au premier théorème de M. Petot, nous avons pu résoudre com-

---

([1]) Il a déjà été utilisé par M. Petot lui-même (*loc. cit.*) et par M. E. Cosserat (*Comptes rendus*, 1897).

plètement les problèmes III, IV, V. Les surfaces obtenues sont les suivantes :

» PROBLÈME III. — *Les plans, les sphères, les cylindres, les cônes, les cyclides de Dupin telles que les droites par lesquelles passent les plans des lignes de courbure se rencontrent.*

» PROBLÈME IV. — *Les plans, les sphères, les cylindres, les cônes de révolution.*

» PROBLÈME V. — *Les plans et les sphères.*

» En terminant, je rappellerai que les seules solutions du problème VI sont les plans et les sphères, résultat dû à M. Lucien Lévy, et qu'on peut déduire de la solution du problème V. »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur l'emploi simultané de lois de survie distinctes.* Note de M. **ALBERT QUIQUET.**

« J'ai établi comment une formule, indiquée par Gompertz pour interpoler les Tables de mortalité, puis généralisée par Makeham, était susceptible d'une nouvelle généralisation ([1]). Le problème de probabilité que j'avais résolu à cette occasion comportait une restriction : les individus en jeu devaient tous obéir à *une même* loi de survie. Voulant m'en affranchir, je me suis posé le problème suivant, plus général :

» *Soient $a, b, \ldots, l$ les âges de* N *individus qui suivent des lois de survie* DISTINCTES OU NON, *et supposons que le nombre des vivants à l'âge z pour un nombre donné de naissances soit figuré par $\varphi_1(z), \varphi_2(z), \ldots, \varphi_N(z)$, suivant qu'il s'agit du premier, du second, ..., du* $N^{\text{ième}}$ *individu. Soient, d'autre part, n fonctions de $a, b, \ldots, l$, que j'appelle $\alpha, \beta, \ldots, \theta$ indépendantes entre elles et indépendantes du temps x, n étant plus petit que* N. *Quelle doit être la forme respective de $\varphi_1(z), \varphi_2(z), \ldots, \varphi_N(z)$, pour que l'on ait, quel que soit x :*

$$\frac{\varphi_1(a+x)}{\varphi_1(a)}\frac{\varphi_2(b+x)}{\varphi_2(b)}\cdots\frac{\varphi_N(l+x)}{\varphi_N(l)} = G(\alpha, \beta, \ldots, \theta, x)?$$

» On peut suivre presque pas à pas la marche que j'ai précédemment indiquée, et qui s'aidait surtout des déterminants fonctionnels de Jacobi. En représentant par $\psi_g(z)$ la dérivée logarithmique de $\varphi_g(z)$, les conditions de Jacobi se résument d'une manière bien simple :

» *Si $\psi_g(z)$ est une quelconque des fonctions $\psi_1(z), \psi_2(z), \ldots, \psi_N(z)$, cette*

([1]) Voir *Comptes rendus,* 12 mai 1888 et 25 novembre 1889.

onction satisfait à

$$A_0\psi'_g(z) + A_1\psi''_g(z) + \ldots + A_n\psi_g^{(n+1)}(z) = 0,$$

où les A_0, A_1, ..., A_n *sont indépendants de z et de g, c'est-à-dire constants.*

» De ce théorème on déduit sans peine l'expression générale de $\varphi_g(z)$.

» Toutes les fonctions $\psi'_g(z)$ dépendent de la même équation caractéristique. Par suite, les racines de cette équation interviennent dans toutes les fonctions $\varphi_g(z)$. Mais les autres constantes, introduites par les intégrations, *ne sont pas astreintes à être identiques* dans les diverses fonctions $\varphi_g(z)$: de là les distinctions possibles entre $\varphi_1(z)$, $\varphi_2(z)$, ..., $\varphi_N(z)$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode de mesure de la variation du courant dans la bobine en court-circuit pendant la durée de la commutation dans une dynamo à courant continu.* Note de M. **Iliovici**, présentée par M. A. Potier.

« Une bobine à fil fin de même nombre de spires que la bobine de l'induit étudiée la suit parallèlement; on réunit une des extrémités de la bobine de l'induit à l'extrémité correspondante de la bobine à fil fin. Si l'on admet que le flux total embrassé par la bobine à fil fin est égal au flux total moyen embrassé par la bobine de l'induit, la différence de potentiel entre les deux extrémités libres est égale à la chute ohmique de tension dans la bobine de l'induit. La courbe de cette différence de potentiel, relevée par la méthode Joubert, représente donc, à l'échelle près, la courbe d'intensité dans la spire de l'induit considérée.

» J'ai appliqué cette méthode à une dynamo de 20 kw., dont l'induit était formé par des barres de 1^{cm} de haut sur $0^{cm},15$ de large. Le fil fin a été placé au-dessus des barres d'un côté de la bobine, et au-dessous de l'autre côté. J'ai obtenu des courbes qui ont la même allure que les courbes obtenues par d'autres méthodes; en particulier, en dehors du court-circuit, on trouve, pour l'intensité dans la bobine, une valeur presque constante et égale, à quelques centièmes près, à l'intensité du courant qui circule dans la branche de l'induit dans laquelle se trouve la bobine.

» On peut corriger les erreurs en évaluant séparément l'erreur qui provient du flux de l'inducteur, de l'induit, etc.

» J'indiquerai, à une autre occasion, la manière d'évaluer ces erreurs, qu'on peut rendre assez faibles par une bonne disposition du fil fin.

» Je me propose d'étudier la meilleure disposition du fil fin, en étudiant

la variation du courant dans la bobine simultanément par la méthode précédente et par la méthode suivante.

» On ouvre la bobine et l'on y introduit, par des bagues et des balais, une résistance non inductive fixe. La courbe de la différence de potentiel entre deux points de cette résistance est, à l'échelle près, la courbe d'intensité dans la bobine.

» Pour ne pas produire de dissymétrie dans la machine j'introduis dans les autres spires des résistances telles que les résistances de toutes les spires de l'induit soient égales.

» Cette méthode, indiquée par moi dans un Rapport présenté à M. P. Janet, Directeur du Laboratoire central d'Électricité, le 6 juin 1903, a été employée aussi par M. Czeija pour l'étude de la *commutation* et publiée par M. Arnold dans l'*Electrotechnische Zeitschrift* du 18 juin 1903. La seule différence entre ma méthode et celle de M. Arnold est que celui-ci ne semble pas ajouter des résistances aux autres spires de l'induit. Dans ce cas il faut que la résistance fixe et les résistances de contact des bagues avec les balais soient faibles par rapport à la résistance de la bobine. Cette méthode ne s'appliquerait donc que pour les machines dont l'induit a une grande résistance, c'est-à-dire les dynamos de fort voltage et faible intensité.

» Les deux dernières méthodes ont l'inconvénient d'introduire dans les spires de l'induit des résistances additionnelles, ce qui peut changer le régime de la machine, tandis que la méthode par bobines en opposition s'applique facilement et ne change ni l'état ni le régime de fonctionnement de la dynamo étudiée. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la constitution physique de l'atmosphère*. Note de M. **Louis Maillard**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Le fait capital mis en évidence par les ascensions des ballons-sondes est un énorme décroissement de la température à des altitudes relativement faibles. La valeur du gradient thermique atteint (dès 8^{km}-12^{km}) celle qui mesure le refroidissement par détente adiabatique, soit $-0°,98$ ou $-1°$ pour 100^m. Avec une diminution continue, le « zéro absolu » serait atteint à 38^{km}. Il est dès lors indiqué de supposer que le décroissement, d'abord rapide, se ralentit quand la température du milieu se rapproche de $-273°$. La formule

$$(1) \qquad \rho = \frac{273}{760}\frac{p}{T}$$

(ρ densité de l'air; p pression en millimètres; T température absolue) est visiblement insuffisante quand p et T sont simultanément voisins de zéro. A une altitude z, on a $T = \varphi(z)$; d'autre part, $p = f(T) = \psi(z)$, et l'on peut construire des fonctions φ et ψ de manière à satisfaire aux données du problème. Mais, avant d'établir la formule qui convient au régime de l'atmosphère, il faudra connaître les variations que subit, à de grandes hauteurs, la constitution physique de l'air. A ce point de vue, outre les expéditions des ballons-sondes, certaines expériences de laboratoire paraissent nécessaires; on y étudierait l'état des gaz, de l'air en particulier, lorsque la pression diminue avec la température ([1]).

» Ces réserves faites, en considérant (1) comme une première approximation, on trouve que, grâce au refroidissement, la densité de l'air n'est nullement négligeable jusqu'à 80^{km} ($\rho = 0,1$). Les calculs indiquent même que, après avoir diminué jusqu'à 30^{km}-50^{km}, la densité augmenterait jusque vers 75^{km} ($\rho = 0,21$). L'air des strates plus denses tendrait à descendre et à se dilater, l'air des strates sous-jacentes à s'élever et à se condenser, et ces mouvements produiraient des courants verticaux ou des tourbillons. Par delà, la détente se continue et la densité décroît régulièrement. En somme, la variation de ρ en fonction de z serait représentée par une courbe assez analogue à celles proposées par MM. Sarrau et Van der Waals (relations entre la pression et le volume dans les gaz réels) ([2]).

» Les faits suivants semblent être d'accord avec les résultats du calcul.

» L'altitude qui correspond à la plus forte inversion de ρ n'est pas quelconque. C'est celle qu'on obtient en calculant la hauteur de l'atmosphère d'après la durée du crépuscule, alors que l'on devrait trouver un nombre au moins quatre ou cinq fois plus grand. A quoi tient cette différence? On pourrait penser que les rayons lumineux, traversant ($z > 80^{km}$) la région isotherme de l'atmosphère, y sont peu réfléchis et que les rayons réfléchis sont, pour la plus grande part, absorbés par les couches inférieures,

---

([1]) Ces expériences permettraient de vérifier l'intéressante hypothèse de Biot, remise en lumière par M. Wilfrid de Fonvielle (*Comptes rendus*, 30 mars 1903).

([2]) Remarquons à l'appui des calculs : 1° à cause du défaut de ventilation, les températures enregistrées pendant les ascensions des ballons-sondes sont trop élevées; 2° nous avons adopté un refroidissement de $-0°,5$ seulement pour 100^m jusqu'à 40-50^{km} et de plus en plus faible ensuite; 3° les valeurs de p données par $\log p = \log 760 - \frac{z}{18,4}$ sont probablement trop faibles. [Voir une *Note sur la formule barométrique* (*Comptes rendus*, 15 juin 1903).] M. Dewar a fait observer récemment que la pression atmosphérique doit décroître d'autant moins vite, toutes choses égales d'ailleurs, que la densité est plus faible; 4° si le froid tend à produire une inversion dans l'ordre des densités, cette tendance est facilitée par la diminution de la pesanteur. De ce chef, l'atmosphère pourrait être en état d'équilibre stable avec des densités de : 1 au niveau de la mer; 1,025 à 80^{km}; 1,06 à 200^{km}.

relativement beaucoup plus denses. Les lueurs crépusculaires de 1883 (éruption du Krakatoa) durèrent plus d'une année; Charles Dufour et Helmholtz, calculant la hauteur extrême des particules projetées dans l'atmosphère, trouvèrent 70^{km}-74^{km} et 65^{km}. Il est difficile de comprendre que ces particules aient pu se maintenir dans un milieu très rare; une densité plus forte et les doubles courants verticaux expliquent le phénomène et sa durée. Lord Ramsay a signalé la présence du crypton dans l'atmosphère, à plus de 100^{km}; quelle que soit la cause de l'existence de ce gaz lourd à de telles hauteurs, il n'y saurait demeurer si la densité de l'air n'y conservait des valeurs appréciables. Les étoiles filantes apparaissent entre 110^{km} et 150^{km}, parfois au delà de 200^{km}, pour disparaître à une hauteur moyenne de 80^{km} (1). Aux points d'apparition, l'air doit être encore suffisamment dense pour que le frottement porte les météores à l'état d'incandescence. Quant à la disparition, on pourrait croire que le frottement contre des couches d'air agitées et relativement denses active en ces régions la combustion des étoiles filantes. La théorie chimique de la couleur de l'air suppose des densités assez fortes sur une grande épaisseur et la théorie optique ne peut guère expliquer, dans l'hypothèse d'un équilibre statique de la haute atmosphère, la présence permanente de particules, même extrêmement petites ($< \frac{35}{1000000}$ de millimètre, lord Rayleigh) (2).

» Si l'état de l'atmosphère se rapproche de celui qui résulte des calculs, la théorie des réfractions astronomiques subira quelques modifications; la trajectoire d'un rayon lumineux présenterait une partie sensiblement rectiligne, ou même concave vers le zénith. Nous nous réservons de revenir sur ce point. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du vanadium dans les alliages.* Note de M. **Paul Nicolardot**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les méthodes actuellement connues pour le dosage du vanadium sont ou trop longues ou pas assez précises. Or, l'emploi de plus en plus fréquent

(1) Voir la Notice de M. Radau (*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1903).

(2) D'après Tyndall, l'azur serait d'autant plus intense que l'air contient plus de particules. A cet égard, j'ai comparé la variation annuelle de la fréquence des étoiles filantes avec celle de l'intensité du bleu céleste à la même latitude : juillet et août présentent un maximum (50 pour 100 des météores); des minima se placent en hiver et au printemps. D'autre part, le bleu le plus pur se montre en janvier; l'air est presque aussi pur en automne et au printemps, tandis que l'été a un ciel plus blanc. Il n'y a donc pas de concordance marquée. S'il existe une couche d'air liquide aux confins de l'atmosphère, il semble que l'intensité de l'azur doive augmenter à mesure qu'on s'en rapproche; et que, selon la théorie optique, l'intensité doive plutôt diminuer quand on s'élève, puisque les particules sont alors moins nombreuses. Or, il est déjà possible d'obtenir des renseignements sur l'intensité du bleu à de grandes altitudes, en munissant les ballons-sondes d'un enregistreur spécial que nous décrirons prochainement.

de cet élément en sidérurgie rend intéressante la recherche d'un procédé de dosage tout à la fois rapide et précis.

» Dans une publication antérieure ([1]), j'ai montré que, pour analyser les aciers spéciaux, on pouvait entraîner sous forme de combinaison complexe, appelée généralement *sel basique de fer*, le phosphore, l'arsenic, le vanadium.... La précipitation a lieu d'elle-même, quand on se place dans des conditions convenables, et, dans tous les cas, par l'addition de sulfate d'ammoniaque. Le phosphore, l'arsenic... sont intégralement entraînés par le sulfate basique qui se forme, quand leur teneur n'est pas trop élevée.

» Il suffit alors de toucher le précipité recueilli sur un filtre avec quelques gouttes d'ammoniaque, puis de le laver à l'eau bouillante pour en séparer à l'état de sel ammoniacal l'acide sulfurique, vanadique, etc.

» J'ai essayé d'appliquer cette méthode qui permet de doser très rapidement certains éléments à la séparation du vanadium; mais la très faible solubilité du vanadate d'ammoniaque l'empêche d'être pratique. Dans le cas de l'acide sulfurique, par exemple, il suffit de deux ou trois lavages pour enlever complètement cet acide, alors que, pour le vanadium, après un très grand nombre de lavages, on retrouve encore de l'acide vanadique.

» En dirigeant mes recherches d'un autre côté, j'ai observé que le procédé qui a servi à Sefström ([2]) à découvrir le vanadium dans les fers de Suède pouvait être rendu quantitatif. Les aciers et les fers au vanadium, comme on le sait, laissent, après l'attaque par l'acide sulfurique ou par l'acide chlorhydrique, un résidu noir formé notamment de carbone graphitique, de silice et d'un peu de vanadium.

» Or, si l'on évite toute cause d'oxydation, le vanadium reste tout entier dans le résidu à l'*état métallique;* il n'est pas possible d'en retrouver la moindre trace, ni dans la liqueur surnageante, ni dans les gaz produits pendant l'attaque.

» Il en résulte, par suite, un mode de dosage du vanadium dans les alliages qui s'attaquent facilement par l'acide chlorhydrique.

» Pour éviter le plus possible les causes d'oxydation, il convient de prendre l'acide chlorhydrique comme agent d'attaque, de préférence à l'acide sulfurique, et de ne l'employer qu'en quantité juste suffisante pour dissoudre tout l'alliage. Le mélange $Fe^2Cl^4 + 2HCl$ joue quelquefois en présence de l'oxygène de l'air le rôle du chlorure ferrique. La fiole dont on se sert peut être fermée par un bouchon muni d'une soupape. Il n'est pas nécessaire d'opérer dans un courant d'acide carbonique.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, 2e semestre, p. 686.
([2]) *Ann. de Chim. et Phys.*, 3e série, t. XLVI, 1831, p. 105.

» On peut attaquer l'alliage par le chlorure double de cuivre et de potassium qui a été si heureusement employé par MM. Carnot et Goutal [1] pour étudier à quel état se trouvent certains éléments dans les fontes, les fers et les aciers. L'attaque est un peu plus lente avec ce dernier réactif.

MODE OPÉRATOIRE.

» I. *Alliages qui s'attaquent facilement par l'acide chlorhydrique.* — Attaquer l'alliage en copeaux avec de l'acide chlorhydrique ($d = 1,17$) étendu de cinq fois son poids d'eau ou par du chlorure double de cuivre et de potassium. Pour 1^g d'alliage, prendre 5^{cm^3} d'acide ou 5^g de sel. Chauffer. En 2 ou 3 heures, l'attaque est terminée.

» Filtrer, laver à fond pour séparer tout le fer; sécher, calciner dans une capsule de platine tarée, chasser la silice par quelques gouttes d'acide fluorhydrique. Chauffer ensuite à 350° jusqu'à poids constant. A cette température, le vanadium est entièrement transformé en acide vanadique. Si l'on chauffait à une température trop élevée, l'acide vanadique perdrait de l'oxygène.

» Le poids obtenu peut être considéré comme de l'acide vanadique pur, si l'opération a été bien faite. Pour s'assurer qu'il ne reste pas de fer avec le vanadium dans le cas soit d'une attaque incomplète, soit de la présence de composés (silicates...) inattaquables par l'acide chlorhydrique, on redissout le contenu de la capsule avec la plus petite quantité possible d'acide sulfurique étendu. On traite par l'hydrogène sulfuré et l'on ajoute en même temps quelques gouttes d'ammoniaque pour précipiter le fer.

» S'il y avait un précipité appréciable de sulfure de fer, on pourrait : soit doser le fer en filtrant rapidement et en lavant avec les précautions d'usage le sulfure obtenu, puis en l'oxydant avec quelques gouttes d'acide nitrique et en calcinant; soit peser à nouveau l'acide vanadique en évaporant à sec le sulfovanadate d'ammoniaque et en le maintenant à 350° jusqu'à poids constant. Dans le cas où le précipité est excessivement faible, ce que j'ai toujours trouvé, toutes ces opérations seraient inutiles.

Résultats obtenus.

Teneur en vanadium déterminée :		
par fusion avec la soude pour 100.	par attaque avec HCl pour 100.	par attaque avec le chlorure double pour 100.
0,13	0,15	0,14
0,20	0,20	0,18
0,41	0,36	0,36

» II. *Alliages qui ne s'attaquent pas facilement par l'acide chlorhydrique.* — Traiter l'alliage en copeaux par l'acide nitrique. Séparer le cuivre s'il y a lieu par électrolyse en solution nitrique.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, 2e semestre, p. 75, 148, 213; t. CXXVI, 1898, 1er semestre, p. 1240; t. CXXVIII, 1899, 1er semestre, p. 207; t. CXXXI, 1900, 2e semestre, p. 92.

» La solution dans laquelle on a dosé le cuivre est évaporée à sec, redissoute par quelques gouttes d'acide sulfurique étendu et traitée par l'hydrogène sulfuré. On ajoute quelques minutes après avoir fait passer le courant de H^2S et, tout en continuant à faire passer ce gaz, de l'ammoniaque en quantité juste suffisante pour précipiter le fer, l'alumine.... On filtre rapidement avec les précautions d'usage et l'on évapore à sec le sulfovanadate que l'on amène à poids constant à 350° dans une capsule tarée. J'ai constaté qu'à cette température le sulfovanadate se transformait complètement en acide vanadique. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'éthérification des hydracides.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. H. Moissan.

« *Hydracides et alcool ordinaire.* — Les résultats publiés en 1880 sur l'éthérification des hydracides, et ceux que j'ai obtenus dans de nouveaux dosages effectués 25 ans après la préparation des mélanges d'acides et d'alcool, présentent, relativement aux limites d'éthérification, un certain nombre d'anomalies qui peuvent être attribuées à deux causes différentes :

» La première est l'existence d'hydrates formés par les hydracides, et qui se distinguent de ceux de l'acide sulfurique par la dissociation qu'ils éprouvent sous l'influence de la chaleur.

» La seconde est la production de l'éther ordinaire, avec mise en liberté d'eau. Cette production est d'autant plus abondante que la température est plus élevée, contrairement à ce que l'on observe pour l'acide sulfurique, pour lequel la température n'influe que sur la vitesse de formation de l'éther, et non sur sa proportion finale (¹). Cette différence est due à l'état de dissociation plus ou moins avancé des hydrates.

» La production de l'éther ordinaire dépend aussi de la nature de l'hydracide. Avec l'acide chlorhydrique, il ne se forme que peu d'éther à la température de 100°. A la température ordinaire, et même à 44°, il ne s'en forme pas, tout au moins en quantité suffisante pour qu'on puisse en percevoir l'odeur. Cette production est, au contraire, abondante à 100°, avec les acides bromhydrique et iodhydrique. On la constate nettement aussi à 44°. C'est avec le premier de ces deux acides que la proportion est la plus considérable, et l'emploi de l'acide bromhydrique constituerait même un excellent procédé de préparation de l'éther, si l'on ne disposait de méthodes plus avantageuses. A la température ordinaire, l'éther se produit encore en quantité notable avec ce dernier, au bout d'un temps suffisant, aussi bien dans l'éthérification directe que dans la décomposition inverse de l'acide bromhydrique par l'eau. J'ai constaté sa présence

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1452.

même dans des mélanges initiaux d'éther bromhydrique et d'alcool contenant une proportion d'eau suffisante pour que la décomposition de l'éther soit totale, et dans lesquels cette saponification s'était terminée complètement après 25 ans à la température ordinaire.

» D'autre part, en l'absence de l'eau, les hydracides peuvent bien réagir, plus ou moins rapidement, sur l'éther ordinaire, mais cette action est complètement arrêtée par la présence d'une petite quantité d'eau, soit que cette dernière préexiste dans le mélange initial, soit qu'elle provienne de l'éthérification et cette limite d'hydratation est bien inférieure à celle à partir de laquelle l'acide n'agit plus sur l'alcool lui-même. Il en résulte qu'au delà de ce degré d'hydratation, l'éther joue le rôle d'un corps inerte dans le mélange; mais sa production a pour conséquence une augmentation de la proportion de l'eau.

» Il est facile de voir quels doivent être les effets résultant de la production des hydrates dissociables et de la formation de l'éther.

» 1° *L'éthérification cesse à partir d'une certaine dilution.* — Ce fait, qui est dû à une perte d'énergie due à la formation des hydrates les plus avancés, avait déjà été constaté dans mes premiers essais. Il est confirmé par les nouveaux dosages. Cependant pour un certain nombre de mélanges d'acide chlorhydrique et d'alcool contenant de l'eau dans leur composition initiale, dans lesquels la lenteur de l'éthérification ne m'avait pas permis de constater autrefois d'éthérification sensible à la température ordinaire, après une période de près de 2 ans, les derniers essais montrent qu'ils correspondent cependant à une hydratation inférieure à celle à laquelle l'acide chlorhydrique n'agit plus sur l'alcool.

» 2° *La limite d'éthérification n'est pas indépendante de la température.* — La dissociation des hydrates d'acide, en effet, résultant de l'échauffement tend à élever cette limite. Par contre, la production de l'éther, plus abondante à chaud, tend à l'abaisser; mais la première cause est prédominante. J'ai constaté autrefois que la limite à 100° était supérieure à la limite à 44°; les nouvelles analyses montrent que la limite à la température ordinaire est inférieure à la limite à 44°. C'est ainsi que pour un mélange $HBr + 10C^2H^6O$, par exemple, la proportion finale d'acide éthérifié est égale à 53 à la température ordinaire, à 60 à 44°, à 80 à 100°.

» 3° *Les limites d'éthérification des hydracides sont différentes.* — La nature et l'état de dissociation des hydrates que forment les trois hydracides peuvent influer sur leurs limites respectives; mais c'est surtout à l'inégale production de l'éther ordinaire que les différences observées paraissent devoir être attribuées. Les limites croissent dans un ordre inverse de celui suivant lequel on peut ranger les hydracides au point de vue de leur apti-

tude à former l'éther ordinaire, en présence de l'alcool, et les résultats actuels correspondant à la température ordinaire confirment les indications obtenues autrefois pour des températures plus élevées.

» J'ai trouvé, par exemple, pour trois mélanges restés homogènes après éthérification et renfermant 1^{mol} d'acide pour 10^{mol} d'alcool, les limites suivantes :

	A la temp. ordinaire.	A 44°.	A 100°.
Acide bromhydrique	53,1	60,0	80,1
» iodhydrique	59,7	69,9	85,5
» chlorhydrique	»	»	96,7

» Pour l'acide chlorhydrique, les limites à la température ordinaire et à 44° n'ont pas été atteintes. La proportion éthérifiée s'élève actuellement à 66,8, après 25 ans à la température ordinaire; elle était égale à 73,4 après 221 jours à 44°.

» 4° Mais là ne s'arrêtent pas les conséquences de l'existence d'hydrates dissociables et de la production, en quantité variable, de l'éther ordinaire. Je montrerai dans une prochaine Note que deux systèmes initiaux identiques peuvent tendre vers des équilibres différents, suivant les variations de température qu'ils ont pu subir avant d'être maintenus à une même température finale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés benzoylés de l'hydrazobenzène.* Note de M. P. **Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

« Le *monobenzoylhydrazobenzène*, $C^6H^5 - Az - Az\begin{cases}CO.C^6H^5\\C^6H^5\end{cases}$, dont l'existence a d'abord été mentionnée par M. Rassow (¹), a été décrit récemment par MM. Biehringer et Busch (²); ces auteurs le préparent en traitant une solution alcoolique d'hydrazobenzène par le chlorure de benzoyle en présence de chaux éteinte.

» Ce composé s'obtient plus facilement et avec un rendement presque théorique en effectuant la benzoylation en solution pyridique :

» 60^g d'hydrazobenzène sont dissous dans 100^g de pyridine desséchée sur de l'anhy-

(¹) *Journ. für prakt. Chemie*, 2e série, t. LXIV, p. 136.
(²) *Berichte*, t. XXXVI, p. 139

dride phosphorique; la liqueur est ensuite additionnée peu à peu, sans réfrigération extérieure, de 55g de chlorure de benzoyle. Ceci fait, on abandonne la masse à elle-même pendant quelques heures, puis on la verse dans environ 1l d'eau. Le dérivé benzoylé se précipite sous la forme d'une huile qui se concrète rapidement; on essore le magma cristallin, on le broie avec de l'eau, on l'essore de nouveau et on le sèche à basse température ou dans le vide sec. Le benzoylhydrazobenzène ainsi préparé fond, sans autre purification, à 135°-136° (au lieu de 138°-139°). Le rendement est de 90g, soit environ 96 pour 100 de la théorie.

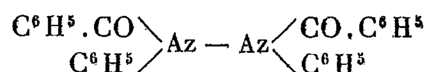
» Le monobenzoylhydrazobenzène existe sous deux modifications parfaitement caractérisées, dont l'une fond à 138°-139° et s'obtient par cristallisation dans l'alcool, l'acétone ou l'acide acétique (c'est celle qui a été décrite par MM. Biehringer et Busch).

» L'autre se dépose au sein du chloroforme, de l'éther de pétrole ou du benzène, sous la forme de tables prismatiques qui fondent à 126°; chauffée à 90°, elle se transforme sans perdre de poids dans la modification fusible à 138°. Le même phénomène a lieu spontanément à froid, mais il se produit alors très lentement, souvent au bout de quelques mois. Je me propose de voir s'il s'agit d'une isomérie ou simplement d'un dimorphisme cristallin.

» Lorsqu'on effectue la benzoylation de l'hydrazobenzène comme il est dit plus haut, mais en employant un excès de chlorure de benzoyle, on obtient un mélange de monobenzoylhydrazobenzène et de *dibenzoylhydrazobenzène;* ce mélange fond, suivant les cas, de 136° à 142° et même au-dessus; il est assez difficile à dédoubler. On obtient, au contraire, facilement le dérivé dibenzoylé en traitant à chaud le monobenzoylhydrazobenzène par le chlorure de benzoyle en présence de pyridine sèche. Dans ces conditions, *il ne se forme pas trace de dérivé benzidinique.*

» 28g de monobenzoylhydrazobenzène sont dissous dans 40g de pyridine sèche; cette solution est additionnée d'un seul coup de 16g de chlorure de benzoyle, puis chauffée au bain-marie pendant quelques heures. On précipite ensuite le produit par l'eau, on le broie après solidification avec un peu d'alcool froid, et on le purifie par des cristallisations dans l'alcool bouillant ou dans l'acétone. Le rendement est de 26g à 28g.

» Le dibenzoylhydrazobenzène



$$\begin{matrix} C^6H^5.CO \\ C^6H^5 \end{matrix} \Big\rangle Az - Az \Big\langle \begin{matrix} CO.C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}$$

se présente sous la forme de petits prismes durs, peu solubles dans les dissolvants usuels; il fond à 161°-162° (1). La soude alcoolique le saponifie à

(1) Dans une Note parue il y a un an environ (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1509),

chaud en donnant de l'acide benzoïque et de l'hydrazobenzène. La composition de ce dérivé a, d'ailleurs, été contrôlée par l'analyse et par l'ébullioscopie en solution acétonique.

» MM. Biehringer et Busch ont essayé de préparer ce dérivé dibenzoylé en traitant l'hydrazobenzène par le chlorure de benzoyle en présence de soude à 10 pour 100; ils ont obtenu dans ces conditions un mélange de benzidines mono- et dibenzoylées et d'un produit fusible à 161°, qu'ils ont considéré comme de la benzanilide. J'ai répété cette expérience en me plaçant dans des conditions identiques et j'ai constaté que la substance qui fond à 161° est du dibenzoylhydrazobenzène et non de la benzanilide; on peut en effet la dédoubler en hydrazobenzène et en acide benzoïque. Il ne m'a pas été possible de déceler la benzanilide parmi les produits de la réaction.

» La méthode décrite plus haut m'a permis également de préparer le *monobenzoyl-o-hydrazotoluène* que MM. Biehringer et Busch n'avaient pu obtenir par un autre procédé. Cette substance cristallise en prismes fusibles à 123°,5-124°, solubles dans l'alcool chaud.

» La préparation de ces dérivés benzoylés m'a conduit à examiner de plus près le mécanisme de la benzoylation en présence de pyridine. J'ai constaté que, lorsqu'on mélange d'abord la pyridine avec le chlorure de benzoyle, on obtient des résultats aussi satisfaisants que lorsqu'on fait tomber le chlorure dans la solution pyridique du produit à benzoyler. Ce mélange, dont la formation est accompagnée d'un notable dégagement de chaleur, conserve son pouvoir de benzoylation pendant 2 ou 3 jours et même plus, à condition qu'il soit rigoureusement à l'abri de l'humidité de l'air; dans ce cas, il ne se dépose pas de chlorhydrate de pyridine (1).

» Ces faits s'accordent très bien avec l'existence d'une combinaison moléculaire, d'un *chlorobenzoate de pyridine*, $C^5H^5Az\begin{cases}Cl\\CO.C^6H^5\end{cases}$. Cette idée de combinaison moléculaire a d'ailleurs été déjà formulée, notamment par MM. Einhorn et Hollandt (2), auxquels on doit la découverte de cette

---

j'avais indiqué que le dibenzoylhydrazobenzène fondait vers 138° environ; j'ai reconnu depuis que ce point de fusion, d'ailleurs très approximatif, correspondait à un mélange de dérivés mono- et dibenzoylés, et non au dérivé dibenzoylé pur.

(1) Quant à la coloration violette que prend la liqueur, je l'attribue à une impureté de la pyridine et je me propose, du reste, de vérifier l'exactitude de cette manière de voir.

(2) *Ann. Chem.*, t. CCCI, p. 95.

méthode de benzoylation; elle a été combattue récemment par M. Wedekind (¹), mais les faits qui viennent d'être résumés ici me semblent apporter une preuve décisive en sa faveur. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'action de l'acide abiétique sur les ferments.* Note de M. **Jean Effront**, présentée par M. H. Moissan.

« En étudiant l'action de l'acide abiétique sur les micro-organismes, nous avons constaté que ce produit agissait très différemment, selon que le milieu nutritif était ensemencé avec une seule ou plusieurs espèces de ferments.

» Les ferments lactiques, butiriques, levures de bière, etc. peuvent être cultivés isolément dans des moûts de grains additionnés de 1 pour 1000 d'acide abiétique, sans que son action se manifeste, soit sur le développement, soit sur les produits formés.

» Un tout autre résultat est obtenu avec la même dose d'acide abiétique, si le milieu nutritif est ensemencé avec deux ou plusieurs espèces de ferments. Dans ce cas, il se produit une sélection, et l'on obtient un développement de l'espèce qui, par le plus grand nombre de ses individus, prédominait au début dans le liquide nourricier.

» C'est ainsi que, quand on ensemence avec une forte dose de levure et un peu de ferment lactique un moût additionné d'acide abiétique, on obtient une reproduction très abondante de la levure, sans développement des ferments lactiques; un résultat contraire est obtenu quand on renverse les proportions de levure et de ferment lactique.

» L'action de l'acide abiétique peut être mise en évidence par l'expérience suivante :

» On prélève deux échantillons A et B, de 1^l chacun, d'une solution de mélasse neutralisée par l'acide sulfurique, stérilisée, et de 1,080 de densité. A chaque échantillon, on ajoute 5^g de levure de bière pure et 5^{cm^3} d'une culture de ferment lactique.

» Le flacon A reçoit $0^g,5$ d'acide abiétique dissous dans 5^{cm^3} de potasse au quart normale.

» Dans le flacon B, on ajoute de l'eau et de la potasse en quantité suffisante pour amener le liquide au même volume et au même degré d'alcalinité que A.

» La fermentation est conduite à la température de 30° C et s'arrête dans les flacons après environ 45 heures.

(¹) *Berichte*, t. XXXIV, p. 2070.

» L'analyse de ceux-ci donne les chiffres suivants :

	A avec acide abiétique.	B témoin.
Densité	1,026	1,033
Acidité H^2SO^4 par litre	0,51	6,45
Alcool pour 100	7,8	6,4
Levure grammes	14,15	7,8

» Le non-développement des ferments dans le flacon A doit être attribué au précipité très fin qui se produit dans le liquide par l'addition de l'acide abiétique. Ce précipité enveloppe chacun des bâtonnets lactiques d'un grand nombre de cellules de levure et crée ainsi pour ces dernières un champ d'action très favorable à leur développement.

» L'acide abiétique peut être remplacé dans ces expériences par de la colophane, à condition que cette substance soit exempte de produits volatils, qui exercent une action très défavorable.

» Les observations faites sur le mode d'action de la colophane ont donné lieu à différentes applications pratiques.

» Par l'emploi de la colophane, on supprime, dans les distilleries de mélasses, la stérilisation ainsi que l'acidification des moûts; on fermente avec une quantité de levure très réduite, on augmente le rendement en alcool et l'on accroît considérablement la teneur des salins en carbonates.

» Des résultats très appréciables sont également obtenus en brasserie, et l'emploi de la colophane est appelé à se généraliser dans toutes les branches de l'industrie des fermentations, par suite de son efficacité comme préservatif contre les infections. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons de chlorure d'or et de pyridine*. Note de M. **Maurice François**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le chloraurate de pyridine $C^5H^5AzHCl, AuCl^3$ est, à ma connaissance, la seule combinaison connue d'or et de pyridine. Il cristallise de ses solutions en aiguilles d'un jaune foncé; j'ai vérifié sa formule et déterminé son point de fusion que j'ai trouvé de 304°.

» Au cours de ce travail, j'ai constaté qu'il existe d'autres combinaisons de pyridine et de chlorure d'or; en particulier, une de formule $C^5H^5AzAuCl^3$ qui se produit à partir du chloraurate de pyridine par perte

d'acide chlorhydrique, comme le chlorure de platinopyridyle ammonium $(C^5H^5Az)^2PtCl^4$ se produit aux dépens du chloroplatinate de pyridine $(C^5H^5AzHCl)^2PtCl^4$ dans la réaction d'Anderson. Si le mécanisme de la réaction est le même pour les sels de platine et les sels d'or, la transformation du chloraurate se fait plus facilement, se produit même à froid, alors qu'il faut une ébullition prolongée pour transformer le chloroplatinate.

» $C^5H^5Az.AuCl^3$. — Si, à 1^g de chloraurate de pyridine, $C^5H^5AzHCl.AuCl^3$, on ajoute 350^{cm^3} d'eau froide, puis qu'on chauffe jusqu'à l'ébullition, on voit, à mesure que le liquide s'échauffe, le chloraurate jaune se transformer en une matière beaucoup plus pâle qui se dissout rapidement. Par refroidissement lent, il se dépose un corps jaune pâle en cristaux microscopiques qui est recueilli après 24 heures, essoré à la trompe sans lavage et séché sur l'acide sulfurique.

» L'analyse conduit à la formule $C^5H^5AzAuCl^3$.

» On voit que la réaction est en tout semblable, sauf la rapidité, à la réaction d'Anderson; la perte d'acide chlorhydrique se fait seulement beaucoup plus facilement.

» En effet, ce composé $C^5H^5AzAuCl^3$ se forme encore lentement par action de l'eau froide sur le chloraurate $C^5H^5AzHCl.AuCl^3$. Sur 1^g de celui-ci, on verse 25^{cm^3} d'eau; après 4 jours, on renouvelle le liquide et ainsi cinq à six fois; on constate au microscope que les cristaux jaune foncé du chloraurate ordinaire sont moins nombreux après chaque addition d'eau et sont remplacés peu à peu par des cristaux jaune pâle très distincts des premiers. Cette réaction se comporte à froid comme une décomposition limitée et les cristaux produits, toujours microscopiques, ont des formes très nettes.

» Par une autre voie, on obtient ce composé à l'état amorphe quand on précipite une solution aqueuse diluée de pyridine par une quantité insuffisante de chlorure d'or: par exemple, une solution de 5^g de pyridine dans 1000^{cm^3} d'eau par une solution de 4^g de chlorure d'or brun dans 50^{cm^3} et quand on recueille aussitôt le précipité sans le laisser en contact avec son eau mère.

» Le composé $C^5H^5Az.AuCl^3$ est d'un jaune beaucoup plus pâle que le chloraurate ordinaire; il ne cristallise pas en aiguilles, mais en tables. Il se transforme en chloraurate ordinaire, lentement à froid, immédiatement à chaud, lorsqu'on le met en contact avec de l'acide chlorhydrique dilué, ou mieux avec du chlorure d'or et de l'acide chlorhydrique.

» $(C^5H^5Az)^2AuCl^3$. — Lorsque l'on verse sur du chlorure d'or sec $AuCl^3$ un excès de pyridine sèche, il se produit un échauffement considérable et il se forme un corps orangé qui se dissout à chaud dans l'excès de pyridine et se dépose cristallisé par refroidissement. Ce corps répond à la formule $(C^5H^5Az)^2AuCl^3$. Sa préparation exige quelques précautions; on doit partir de pyridine complètement exempte d'eau et de chlorure d'or très sec, chauffé récemment et assez longtemps à 110°-120°. On place donc dans un tube à essais, 1^g de chlorure d'or brun, on le dessèche à 110° et l'on ajoute, après refroidissement, 5^g de pyridine sèche; on chauffe jusqu'au voisinage de l'ébullition, ce qui produit une dissolution complète; on bouche bien le tube. Par refroidissement, il se dépose des cristaux rouge orangé. Après quelques heures, le liquide

surnageant est décanté et la bouillie cristalline restante est jetée sur une plaque de porcelaine poreuse, que l'on renferme aussitôt dans un exsiccateur de petite dimension, contenant de la potasse solide.

» L'analyse conduit à la formule $(C^5H^5Az)^2AuCl^3$.

» Ce corps est formé de petits cristaux fragiles rouge orangé. Sec, il se conserve bien et ne perd pas de son poids à l'air. Si on le chauffe à 100°, il perd de la pyridine et se transforme en une matière jaune pâle amorphe qui n'est autre que le corps $C^5H^5AzAuCl^3$ décrit plus haut; chauffé avec de l'acide chlorhydrique et du chlorure d'or, il régénère le chloraurate ordinaire.

» Laissé au contact de son eau mère dans un tube ouvert ou mal bouché, il se transforme en quelques jours en une matière cristalline jaune pâle qui n'est pas une modification allotropique du composé orangé, car sa teneur en or est différente; c'est un hydrate. Il est impossible d'isoler l'eau en nature d'une telle combinaison, mais nous avons constaté que si l'on fait la préparation du composé $(C^5H^5Az)^2AuCl^3$ dans un tube scellé avec des produits absolument secs, la transformation jaune ne se produit pas, tandis qu'au contraire, si, dans la préparation, on remplace la pyridine sèche par de la pyridine contenant $\frac{1}{10}$ d'eau, l'on n'obtient pas de cristaux rouge orangé, mais le composé jaune. Enfin, la somme de l'or, du chlore et de la pyridine dosés avec soin, est inférieure à la prise d'essai et donne l'eau par différence.

» $(C^5H^5Az)^2.AuCl^3.H^2O$. — L'hydrate dont je viens de signaler la formation a pour composition $(C^6H^5Az)^2AuCl^3.H^2O$; il est en tables microscopiques. On l'obtient beaucoup plus facilement et en cristaux volumineux par l'action d'une solution aqueuse de pyridine à 10 pour 100 sur le chloraurate $C^5H^5AzHCl.AuCl^3$. On chauffe 40^{cm^3} de solution de pyridine à 10 pour 100 avec 2^g de chloraurate de pyridine; tout se dissout; par refroidissement, il se dépose des cristaux jaunes volumineux, qui sont recueillis sur une plaque poreuse sans lavage et séchés sur la potasse. Le rendement est $1^g,700$. L'analyse conduit à la formule $(C^5H^5Az)^2AuCl^3H^2O$.

» Comme le précédent, il perd son eau et la moitié de sa pyridine par l'action d'une température de 100°, en donnant le corps $C^5H^5Az.AuCl^3$ et il retourne à l'état de chloraurate ordinaire par l'acide chlorhydrique et le chlorure d'or.

» *Conclusions.* — Ainsi, le chloraurate de pyridine $C^5H^5AzHCl.AuCl^3$ n'est stable qu'en présence d'acide chlorhydrique et de chlorure d'or. Par l'action de l'eau chaude, il donne très facilement un composé $C^5H^5AzAuCl^3$. Il existe également un composé $(C^5H^5Az)^2AuCl^3$ qui a été préparé anhydre et hydraté.

» La production constante du composé $C^5H^5AzAuCl^3$ aux dépens des autres combinaisons de pyridine et de chlorure d'or par action de l'eau ou de la chaleur est remarquable; elle montre quelle est la stabilité de ce composé qui doit être rangé dans les composés ammoniés au même titre que le chlorure de platinopyridyleammonium produit aux dépens du chloroplatinate de pyridine dans la réaction d'Anderson. »

THERMOCHIMIE. — *La substitution phénylée dans les phénylméthanes, leurs carbinols et chlorures.* Note de M. **Jules Schmidlin**.

« C'est un problème intéressant pour l'étude de la constitution des composés organiques que celui des travaux moléculaires, représentés par la chaleur dégagée ou absorbée dans les phénomènes de substitution et, en particulier, pour la substitution des carbures d'hydrogène entre eux et avec l'hydrogène. En général, on mesure cette chaleur de substitution par une méthode indirecte, découverte en 1865 (¹) par M. Berthelot, qui l'a déduite de la différence entre les chaleurs de formation des composés par leurs éléments, celles-ci étant elles-mêmes calculées d'après les chaleurs de combustion.

» J'ai cru devoir reprendre l'étude des substitutions phénylées déjà abordée par Stohmann; j'ai d'ailleurs poussé plus loin mes recherches sur le tétraphénylméthane et les chlorures de la série des phénylméthanes. Tous les produits ont été analysés.

» Première série : Phénylméthanes. — *Toluène :* $C^6H^5CH^3 = 92$. — État liquide; point d'ébullition, 110°,2; 760^mm^,5.

Chaleur de combustion : (6 exp.) (²). 937^Cal^,4 à vol. const. 938^Cal^,5 à press. const.
Chaleur de formation : $7C + 8H = C^6H^5CH^3$ liquide........ —2^Cal^,4

» *Diphénylméthane :* $(C^6H^5)^2CH^2 = 168$. — État solide; point de fusion, 26°,5.

» Préparé d'après les indications données par E. et O. Fischer, rectifié à 262°-263°.

Chaleur de combustion : (11 exp.). 1658^Cal^,2 à vol. const. 1659^Cal^,9 à press. const.
Chaleur de formation : $13C + 12H = (C^6H^5)^2CH^2$ solide.. —20^Cal^,0

» *Triphénylméthane :* $(C^6H^5)^3CH = 244$. — État solide; point de fusion, 93°.

» Suivant les indications de E. et O. Fischer, on a préparé ce corps et purifié par rectification à 358°-360°.

Chaleur de combustion : (10 exp.). 2385^Cal^,1 à vol. const. 2387^Cal^,3 à press. const.
Chaleur de formation : $19C + 16H = (C^6H^5)^3CH$ solide ... —43^Cal^,6

» *Tétraphénylméthane :* $(C^6H^5)^4C = 320$. — État solide; point de fusion, 283°.

» Une méthode récemment publiée par Ullmann et Münzhuber m'a fourni le pro-

(¹) *Annales de Chimie et Physique,* 4e série, t. VI, p. 342.

(²) Dans toutes les expériences de combustion, il est indispensable de tenir compte de la dose d'hydrogène, souvent notable, que contient l'oxygène comprimé.

duit, qui a été sublimé deux fois, puis cristallisé dans la benzine.

Chaleur de combustion : (5 exp.). $3101^{Cal},2$ à vol. const. $3104^{Cal},1$ à press. const.
Chaleur de formation : $25C + 20H = (C^6H^5)^4C$ solide..... $-56^{Cal},6$

» Deuxième série : PHÉNYLCARBINOLS. — *Alcool benzylique :* $C^6H^5.CH^2OH = 108$. — État liquide, point d'ébullition : 206°.

Chaleur de combustion : (5 exp.)... $890^{Cal},9$ à vol. const. $891^{Cal},8$ à press. const.
Chaleur de formation : $7C + 8H + O = C^6H^5CH^2OH$ liq... $+ 44^{Cal},3$

» *Diphénylcarbinol :* $(C^6H^5)^2.CHOH = 184$. — État solide, point de fusion : 66°.
» Préparé d'après la méthode de Zagoumenny, distillé et cristallisé plusieurs fois dans l'eau.

Chaleur de combustion : (8 exp.). $1612^{Cal},5$ à vol. const. $1613^{Cal},9$ à press. const.
Chaleur de formation : $13C + 12H + O = (C^6H^5)^2CHOH$ sol. $+ 26^{Cal},0$

» *Triphénylcarbinol :* $(C^6H^5)^3.COH = 260$. — État solide, point de fusion : 162°.
» Trois échantillons de cette substance produits par différentes réactions ont servi pour les mesures.

Chaleur de combustion : (13 exp.). $2340^{Cal},0$ à vol. const. $2342^{Cal},0$ à press. const.
Chaleur de formation : $19C + 16H + O = (C^6H^5)^3COH$ sol. $+ 1^{Cal},7$

» Troisième série : CHLORURES DES PHÉNYLMÉTHANES. — *Chlorure benzylique :* $C^6H^5.CH^2Cl = 126,5$. — État liquide, point d'ébullition : 177°.

Chaleur de combustion : (7 exp.)... $885^{Cal},7$ à vol. const. $886^{Cal},6$ à press. const.
Chaleur de formation : $7C + 7H + Cl = C^6H^5CH^2Cl$ liq... $+ 19^{Cal},9$

» *Chlorure de diphénylméthane :* $(C^6H^5)^2CHCl = 202,5$. — État solide, point de fusion : 15°.
» Obtenu d'après les indications de Engler et Bethge.

Chaleur de combustion : (7 exp.). $1615^{Cal},9$ à vol. const. $1617^{Cal},3$ à press. const.
Chaleur de formation : $13C + 11H + Cl = (C^6H^5)^2CH.Cl$ sol. $- 7^{Cal},0$

» *Chlorure de triphénylméthane :* $(C^6H^5)^3.CCl = 278,5$. — État solide, point de fusion : 109°.
» Le procédé décrit par Gomberg a fourni cette substance, qui a été recristallisée dans la benzine.

Chaleur de combustion : (8 exp.). $2346^{Cal},5$ à vol. const. $2348^{Cal},5$ à press. const.
Chaleur de formation : $19C + 15H + Cl = (C^6H^5)^3.CCl$ sol. $- 34^{Cal},4$

» La Table suivante contient les chaleurs de combustions moléculaires trouvées dans ces recherches, de même celles trouvées par Stohmann, f signifie la chaleur de

formation; Δf représente la différence entre les chaleurs de formation qui correspond à la fixation de $[+ C^6 + H^4]$.

	Chaleurs de combustion moléculaire à pression constante trouvée.	Stohmann.	Chaleur de formation f.	Δf.
Première série : PHÉNYLMÉTHANES.				
Toluène $C^6H^5CH^3$	938,5	933,8	− 2,4	−17,6
Diphénylméthane $(C^6H^5)^2CH^2$	1659,9	1655,7	−20,0	−23,6
Triphénylméthane $(C^6H^5)^3CH$	2387,3	2380,4	−43,6	−13,0
Tétraphénylméthane $(C^6H^5)^4C$	3104,1	»	−56,6	
Deuxième série : PHÉNYLCARBINOLS.				
Alcool benzylique $C^6H^5CH^2OH$	891,8	895,3	+44,3	−18,3
Diphénylcarbinol $(C^6H^5)^2CHOH$	1613,9	1616,0	+26,0	−24,3
Triphénylcarbinol $(C^6H^5)^3COH$	2342,0	2341,8	+ 1,7	
Troisième série : CHLORURES.				
Chlorure benzylique $C^6H^5CH^2Cl$	886,6	»	+19,9	−26,9
Chlorure de diphénylméthane $(C^6H^5)^2CHCl$	1617,3	»	− 7,0	−27,4
Chlorure de triphénylméthane $(C^6H^5)^3CCl$	2348,5	»	−34,9	

» Ces chiffres permettent de concevoir quelques généralités. L'effet thermique de la substitution phénylée n'est pas constant, mais varie suivant le caractère du corps dans lequel la substitution a lieu. Le groupe phényle étant de caractère négatif trouve d'autant plus de résistance pour entrer dans les corps de ces séries que ceux-ci sont plus négatifs.

» Mais les groupes phényls étant négatifs produisent aussi une résistance contre l'introduction des éléments négatifs, qui est d'autant plus sensible que le caractère négatif du substituant est plus prononcé.

	Cal		Cal
$C^6H^5CH^3 + O = C^6H^5CH^2OH$	+46,7	$C^6H^5CH^3 + Cl - H = C^6H^5CH^2Cl$	+22,3
$(C^6H^5)^2CH^2 + O = (C^6H^5)^2CHOH$	+46,0	$(C^6H^5)^2CH^2 + Cl - H = C^6H^5CHCl$	+13,0
$(C^6H^5)^3CH^3 + O = (C^6H^5)^3COH$	+45,3	$(C^6H^5)^3CH + Cl - H = C^6H^5CCl$	+ 9,2

» La Table démontre que les quantités de chaleur qui répondent, d'une part, à la fixation d'un atome d'oxygène pour former les carbinols et, d'autre part, les chaleurs correspondant à la substitution de l'hydrogène par le chlore vont en diminuant à mesure que le nombre des groupes phényles dans la molécule augmente. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des éthers nitreux et nitriques.* Note de MM. L. **Bouveault** et A. **Wahl**, présentée par M. A. Haller.

« *Éthers nitriques.* — On prépare les éthers nitriques en faisant réagir sur les alcools l'acide nitrique, soit concentré en milieu sulfurique refroidi, soit étendu à chaud.

» Dans les deux cas, il est indispensable de se placer dans des conditions de concentration et de température parfaitement définies et variables pour chaque alcool.

» Ces deux méthodes échouent d'ailleurs tout à fait quand on veut préparer le nitrate d'un alcool à poids moléculaire élevé. En liqueur sulfurique la réaction, lente au début, devient tumultueuse tout à coup; l'acide nitrique étendu et chaud donne surtout naissance à des produits d'oxydation avec formation de vapeurs nitreuses; l'addition de nitrate d'urée ne réussit pas à conjurer cet inconvénient.

» Nous avons constaté que l'acide *réel* de M. Franchimont provoque l'éthérification de tous les alcools primaires à froid et dans d'excellentes conditions de rendement.

» On laisse tomber goutte à goutte une partie d'alcool dans 3 d'acide nitrique réel refroidi de manière à ce que la température du milieu reste comprise entre 0° et 5°; le dégagement de chaleur est médiocre. Les alcools inférieurs donnent une solution homogène; avec les termes supérieurs, le produit se sépare en deux couches. On verse le tout sur de la glace, on rassemble à l'éther, on lave à l'eau et au carbonate de sodium, de nouveau à l'eau, puis, après avoir chassé l'éther au bain-marie, on distille sous pression réduite.

» Le *nitrate d'isoamyle* se forme ainsi avec un rendement intégral; il bout à 147°-148° et avait déjà été obtenu par Hoffmann (*Annales de Chimie et de Physique,* t. XXIII, p. 376).

» Le *nitrate d'octyle normal,* obtenu avec un rendement de 90 pour 100, bout à 110°-112° sous 20^{mm} et possède une odeur éthérée $d_0^4 = 0,975$.

» Le *nitrate de décyle normal* est, comme tous les précédents, un liquide incolore, il bout à 127°-128° sous 11^{mm} $d_0^4 = 0,951$.

Le *nitrate de myristyle* bout à 175°-180° sous 12^{mm} avec une légère décomposition; il se solidifie dans la glace. Il est peu soluble dans l'alcool ordinaire.

» Tous ces éthers, traités par la potasse alcoolique, régénèrent l'alcool primitif en fournissant du nitrate de potassium.

» L'action de l'acide nitrique réel sur les alcools secondaires donne, en opérant

comme nous venons de l'indiquer, des résultats, tout à fait différents. Son rôle est exclusivement oxydant; il se produit l'acétone correspondante et des vapeurs nitreuses, qui restent dissoutes dans le mélange et provoquent pour une faible portion les transformations de l'acétone en monoxime de dicétone α (PONZIO, *Gaz. chim. it.*, 1901, t. I, p. 401). Nous avons ainsi transformé l'alcool caprylique secondaire de l'huile de ricin en méthylhexylcétone avec un rendement de 75 à 80 pour 100.

» Un alcool tertiaire, le diéthylpropylcarbinol, a donné lieu à une réaction très violente fournissant des produits azotés complexes indistillables, même dans le vide.

» Il semble donc que l'action de l'acide nitrique réel soit nettement différentielle pour les trois classes d'alcools.

» *Ethers nitreux.* — La réaction des vapeurs nitreuses ou mieux de l'acide nitreux naissant sur les alcools donne aisément les nitrites de méthyle et d'éthyle, mais elle donne déjà de mauvais résultats dans la préparation du nitrite d'amyle.

» Un procédé, plus général mais plus compliqué, consiste à chauffer un alcool avec le trinitrite de glycérine (BERTONI, *Gaz. chim. it.*, t. XVI, p. 515).

» Nous obtenons d'excellents résultats en faisant passer un courant de chlorure de nitrosyle en excès dans un mélange équimoléculaire de l'alcool et de pyridine bien sèche, refroidi dans la glace. On obtient ainsi les éthers nitreux avec tous les alcools sans exception.

» Nous avons obtenu par ce procédé le nitrite d'amyle (avec un rendement à 80 pour 100), le *nitrite d'octyle normal*, liquide verdâtre bouillant à 174°-175° déjà obtenu par Eichler (*Berichte*, t. XII, 1887), le *nitrite de décyle normal* bouillant à 105-108° sous 12^{mm}, le *nitrite d'octyle secondaire* bouillant à 65° sous 15^{mm}.

» Les nitrites des alcools primaires possèdent un point d'ébullition très différent de celui des alcools correspondants et sont, par suite, aisés à obtenir purs. La différence du point d'ébullition, plus faible avec les alcools secondaires, devient insignifiante avec les alcools tertiaires. Aussi les nitrites des alcools tertiaires, quoique faciles à préparer, ne s'obtiennent purs qu'avec de grandes difficultés.

» Le *nitrite de diéthylpropylcarbinol* bout à 155°, l'alcool correspond à 160°.

» Nous espérions transformer ces nitrates ou nitrites en les aldéhydes correspondantes par des réactions simples, mais les résultats n'ont pas répondu à notre attente. On sait cependant que, dans la préparation des éthers nitreux, il se fait souvent des aldéhydes par suite d'une réaction secondaire. Nous avons également constaté cette formation dans la réaction obtenue en précipitant, par petites portions, des cristaux des chambres de de plomb dans un alcool primaire refroidi. Pensant que cette aldéhyde provenait de l'action de l'acide sulfurique sur l'éther nitreux, nous avons étudié cette action dans des conditions variées, mais nous n'avons jamais obtenu que peu d'aldéhyde; il se fait surtout de l'acide et de l'alcool régénéré. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés chlorés du chloroacétate et du diacétate de méthylène*. Note de M. **Marcel Descudé**, présentée par M. A. Haller. (Extrait.)

« Les chlorures d'acides se combinent très aisément à l'aldéhyde formique polymérisée, lorsqu'on opère en présence du chlorure de zinc, et, dans cette réaction, prennent naissance, en particulier, les deux groupes de composés suivants : $\genfrac{}{}{0pt}{}{R - COO}{Cl}\Big\rangle CH^2$ et $\genfrac{}{}{0pt}{}{R - COO}{R - COO}\Big\rangle CH^2$, comme je le signalais récemment.

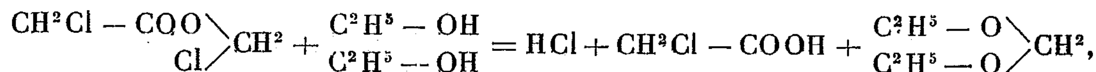
» Le chloroacétate de méthylène, ou acétate de méthyle monochloré, peut encore s'obtenir par action directe du chlore sur l'acétate de méthyle, ainsi que l'a montré M. Louis Henry. Dans cette même action, et en se plaçant dans des conditions convenables, Malagutti a obtenu l'acétate de méthyle bichloré secondaire ($CH^3 - COOCHCl^2$). L'action du chlore étant poussée plus loin, on obtient des dérivés encore plus chlorés et mal connus, mais *l'action substituante du chlore se porte tout d'abord sur le groupe* CH^3 *directement lié à l'oxygène,* et l'on ne peut pas commencer la substitution sur l'autre groupe CH^3. Les isomères qui en résulteraient pourraient, sans doute, être obtenus en chlorant les chloracétates de méthyle, mais cette opération délicate peut être évitée pour la préparation des composés suivants :

$$CH^2Cl - COO - CH^2Cl, \quad CHCl^2 - COO - CH^2Cl, \quad CCl^3 - COOCH^2Cl.$$

» *Chlorure de monochloracétyle.* — Pour combiner ce chlorure à $(CH^2O)^n$, il suffit d'ajouter un peu de $ZnCl^2$ en poudre au mélange équimoléculaire des deux corps et de chauffer à 100°. On sépare les divers produits qui ont pris naissance par distillation dans le vide en chauffant à 130°. Du liquide distillé on sépare, par une nouvelle rectification dans le vide, l'*acétate de méthyle bichloré biprimaire :* $CH^2Cl - COO - CH^2Cl$.

» Ce composé, isomère du produit de Malagutti, est un liquide incolore, mobile, d'odeur forte, bouillant à 155°-160° sous la pression ordinaire, et à 82°-83° sous 22^{mm} de pression. Il a pour densité 1,420 à 18°. Soluble dans les dissolvants organiques, il est insoluble dans l'eau, qui le décompose très lentement en acide chlorhydrique, acide monochloroacétique et aldéhyde formique. Cette transformation est instantanée en présence des alcalis.

» Chauffé au réfrigérant à reflux, pendant plusieurs heures, avec l'alcool éthylique en excès, il y a une décomposition analogue à la précédente. Il se forme de l'acide chlorhydrique, de l'acide monochloracétique et du diéthylformal, d'après la formule :



$$\begin{matrix} CH^2Cl - COO \\ Cl \end{matrix}\!\!>CH^2 + \begin{matrix} C^2H^5 - OH \\ C^2H^5 - OH \end{matrix} = HCl + CH^2Cl - COOH + \begin{matrix} C^2H^5 - O \\ C^2H^5 - O \end{matrix}\!\!>CH^2,$$

et, avec l'eau,



$$\begin{matrix} CH^2Cl - COO \\ Cl \end{matrix}\!\!>CH^2 + \begin{matrix} H - OH \\ H - OH \end{matrix} = HCl + CH^2Cl - COOH + \begin{matrix} H - O \\ H - O \end{matrix}\!\!>CH^2.$$

» Le résidu de la distillation dans le vide est un produit visqueux qui cristallise à la longue et qui est constitué par du *diacétate de méthylène bichloré symétrique* $\left(\begin{matrix} CH^2Cl - COO \\ CH^2Cl - COO \end{matrix}\!\!>CH^2\right)$. On le purifie par cristallisation dans l'alcool. Il cristallise en très belles lames blanches fondant à 52°-53°. La chaleur le décompose avec dépôt de polyoxyméthylène. L'acide sulfurique agit sur lui comme sur le diacétate.

» *Chlorure de trichloracétyle.* — La combinaison avec CH^2O se fait ici plus lentement. Il faut chauffer pendant 1 heure environ à 120°. On sépare de la même façon que précédemment les deux produits suivants :

» $CCl^3 - COO - CH^2Cl$, liquide bouillant vers 170°, sous la pression ordinaire, en se décomposant légèrement.

» $\begin{matrix} CCl^3 - COO \\ CCl^3 - COO \end{matrix}\!\!>CH^2$, cristallise de la ligroïne en lamelles fondant à 76°.

» Ces deux composés se comportent comme les précédents. »

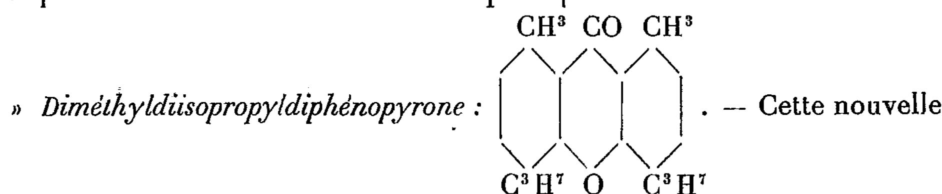
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouveaux corps de la série pyranique.* Note de MM. **R. Fosse** et **A. Robyn**, présentée par M. A. Haller.

« Dans de précédentes publications, l'un de nous a fait connaître le pouvoir oxydant de quelques sels de pyryle. Ceux-ci exercent sur l'alcool une action remarquable, ils oxydent ce réactif en aldéhyde et se transforment en pyranes.

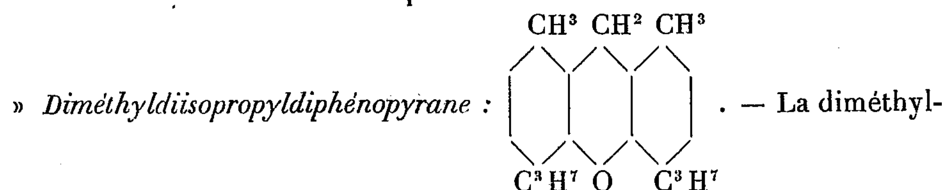
» Il était intéressant d'étendre cette réaction, non seulement pour en établir la généralité, mais aussi pour obtenir de nouveaux pyranes, dont on

ne connaît qu'un petit nombre, opposé à la riche variété des pyrones synthétiques ou naturelles.

» Les pyrones que nous avons transformées en pyranes ont été préparées par des méthodes récemment indiquées par l'un de nous.

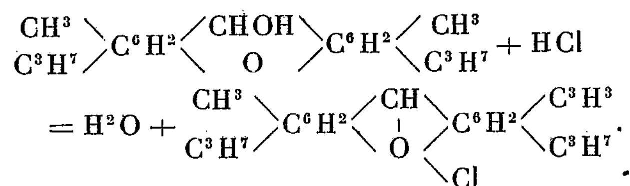
» *Diméthyldiisopropyldiphénopyrone* : 

. — Cette nouvelle pyrone a été obtenue en prenant comme point de départ le thymol d'après le procédé déjà décrit. Elle fond à 121°. L'analyse lui assigne la formule $C^{21}H^{24}O^{2}$. C'est une diméthyldiisopropyldiphénopyrone, possédant la formule de constitution donnée plus haut.

» *Diméthyldiisopropyldiphénopyrane* : 

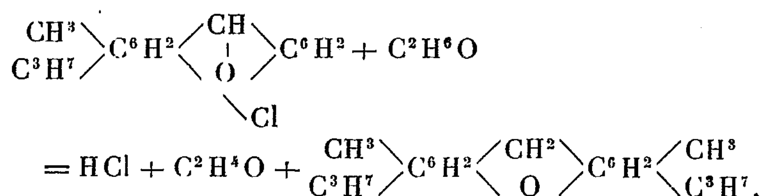
. — La diméthyldiisopropyldiphénopyrone, en solution alcoolique, a été soumise à l'action de l'hydrogène naissant, jusqu'à ce qu'une petite portion de cette solution évaporée donne un résidu presque entièrement soluble dans l'acide chlorhydrique chaud. Lorsque ce résultat est atteint, la pyrone est transformée en pyranol, en majeure proportion. On traite par l'eau, on essore et on lave le précipité obtenu. La transformation en pyrane peut s'obtenir par deux modes opératoires différents :

» 1° On dissout le pyranol dans HCl concentré et chaud; par filtration on a une solution rouge de sel de pyryle formé d'après l'équation



» Cette solution aussi concentrée que possible, versée dans de l'alcool chaud, se décolore, dégage de l'éthanal et abandonne un précipité cristallisé de pyrane.

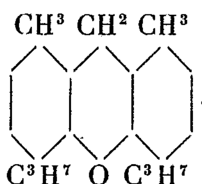
» Cette transformation est représentée par l'égalité



» 2° On réalise d'un seul coup ces deux réactions en faisant passer un courant de HCl dans une solution alcoolique de pyranol, et en portant quelques minutes à l'ébullition. On constate encore la formation d'aldéhyde éthylique et d'un précipité de pyrane.

» L'analyse montre que le corps formé répond à la formule $C^{21}H^{26}O$.

» C'est le diméthyldiisopropyldiphénopyrane possédant la formule de constitution



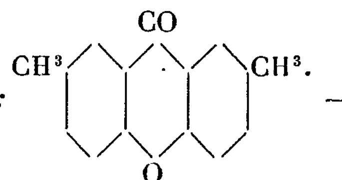
» C'est un corps cristallisé blanc, fondant à 164°,5.

» La solution chlorhydrique de chlorure de diméthyldiisopropyldiphénopyryle précipite en présence des réactifs des bases: avec $PtCl^4$ nous avons obtenu un chloroplatinate en jolis cristaux rouge rubis.

» Le diméthyldiisopropyldiphénopyrane, traité par l'iode, donne une substance très riche en iode, en beaux cristaux colorés, à reflets métalliques.

» Ces deux intéressantes combinaisons, dues à la basicité de l'oxygène pyranique, n'ont pu encore être analysées, faute de matière.

» *Préparations de la diméthyldiphénopyrone :*

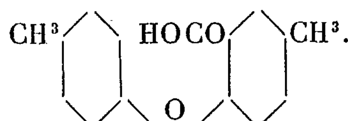


— Nous avons préparé cette pyrone, découverte par M. de Kostanecki, en appliquant deux des méthodes de préparation des pyrones indiquées par l'un de nous :

» 1° En distillant le phosphate de p.-crésol en présence de CO^3K^2, il s'est formé CO^2, du crésol et la diméthyldiphénopyrone;

2° Au moyen de l'acide $CH^3 - C^6H^3 \begin{matrix} \diagup COOH \\ \diagdown \;\; O \;\; \diagup \end{matrix} C^6H^4CH^3$.

» *Acide p.-crésyl-oxy-p.-crésylorthométhyloïque :*



Nous avons obtenu ce nouvel acide par l'action du carbonate de sodium sur le carbonate de p.-crésyle. Il fond à 113°-114°.

» *Diméthyldiphénopyrane :* (formule : CH^3, CH^2, CH^3, O) — Nous avons préparé ce nouveau pyrane en réduisant la diméthyldiphénopyrone en pyranol, puis en traitant le pyranol dissous dans l'alcool par un courant de gaz HCl. Il se forme une coloration bleue, un dégagement d'éthanal et le pyrane. Le diméthyldiphénopyrane est en écailles blanches, argentées, fondant à 165°. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le stachyose.* Note de M. C. **Tanret.**

« Le stachyose que MM. A. de Planta et E. Schulze ([1]) ont retiré en 1890 des crosnes du Japon (*Stachys tuberifera*) est encore assez mal connu. Ayant été amené à reprendre l'étude de ce sucre, j'ai vu que ce n'est pas un triose comme on l'admet généralement, mais un tétrose ayant pour formule $C^{24}H^{42}O^{21}$; or ce tétrose est identique au mannéotétrose, le premier polyose connu de cet ordre, que j'ai trouvé récemment dans la manne de frêne ([2]).

» Suivant MM. Planta et Schulze, le stachyose s'hydrolyse sous l'in-

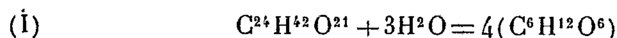
([1]) *Berichte d. deut. chem. Gesells.*, t. XXIII, p. 1692, et t. XXIV, p. 2705; *Landwirth. Versuchs-Stat.*, t. XL, 1892, p. 281.

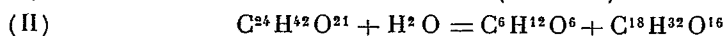
([2]) *Comptes rendus*, 30 juin 1902, et *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XXVII, p. 947.

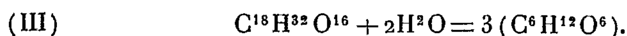
fluence de l'acide sulfurique étendu, en donnant, comme le raffinose, du galactose, du glucose et du lévulose. Ils ne dosèrent que le galactose, et, comme ils le virent constituer la moitié des sucres réducteurs, ils supposèrent que pour 3 parties de ce sucre il y en avait 3 des autres, qui pouvaient être : soit 2 parties de glucose et 1 partie de lévulose, soit 2 parties de lévulose et 1 partie de glucose. Dans cette hypothèse, le stachyose anhydre devenait $C^{36}H^{64}O^{32}$. Néanmoins, pour le rapprocher du raffinose qui est un triose, les auteurs jugèrent que la formule dédoublée était plus probable : ils firent ainsi du stachyose un triose et représentèrent le sucre hydraté par $C^{18}H^{32}O^{16}.3H^2O$.

» La démonstration du stachyose comme sucre en C^{36} ou C^{18} n'a donc pas été faite : il fallait, pour établir sûrement sa constitution, doser non seulement le galactose, mais aussi le glucose et le lévulose.

» C'est ce que j'ai fait, en répétant avec le stachyose toutes les opérations que, dans le même but, j'avais précédemment effectuées avec le mannéotétrose (1). J'ai reconnu ainsi que le stachyose, en s'hydrolysant complètement par l'acide sulfurique à 3 pour 100, se transforme en 4^{mol} de monoses, savoir : 2^{mol} de galactose, 1^{mol} de glucose et 1^{mol} de lévulose (I). D'autre part, hydrolysé par l'acide acétique le stachyose s'est dédoublé en 1^{mol} de lévulose et 1^{mol} d'un triose $C^{18}H^{32}O^{16}$ (II); ce triose hydrolysé à son tour par l'acide sulfurique a donné 2^{mol} de galactose et 1^{mol} de glucose (III).


(I) $$C^{24}H^{42}O^{21} + 3H^2O = 4(C^6H^{12}O^6)$$


(II) $$C^{24}H^{42}O^{21} + H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^{18}H^{32}O^{16}$$


(III) $$C^{18}H^{32}O^{16} + 2H^2O = 3(C^6H^{12}O^6).$$

» Le stachyose est donc bien un tétrose.

» Or, le triose produit par l'hydrolyse faible du stachyose a toutes les propriétés du manninotriose qui provient du mannéotétrose : même pouvoir rotatoire ($\alpha_D = +167^\circ$) ; même dédoublement par l'acide sulfurique à 3 pour 100 en 2^{mol} de galactose et 1^{mol} de glucose; même transformation aussi par le brome en un acide trionique $C^{18}H^{32}O^{17}$ identique à l'acide manninotrionique.

» Le tétrose qu'est le stachyose a donc les propriétés chimiques du mannéotétrose.

» Il en a aussi les propriétés physiques.

» Le stachyose et le mannéotétrose cristallisent dans l'eau avec $4,5H^2O$ et dans l'al-

---

(1) Le détail sera donné, dans le *Bulletin de la Société chimique de Paris*, avec le procédé qui m'a permis de préparer facilement le stachyose cristallisé et pur.

cool à 90° avec $4H^2O$; ils ne perdent toute leur eau de cristallisation qu'à 115°-120°; ils ont les mêmes solubilités dans l'eau et l'alcool à divers titres, les mêmes points de fusion (100° pour les sucres hydratés, 170° pour les sucres anhydres) et le même pouvoir rotatoire. Celui du mannéotétrose, que j'ai repris après avoir fait recristalliser le sucre dans l'eau et l'avoir bien privé de manninotriose plus dextrogyre, a été trouvé comme celui du stachyose $\alpha_D = +132°,75$, ce qui correspond pour le sucre anhydre à $\alpha_D = +148°,9$, presque exactement la moyenne des pouvoirs rotatoires que MM. Planta et Schulze ont donnés et calculés pour le stachyose supposé anhydre et sans cendres [1]. Du reste, ce pouvoir rotatoire rapporté au sucre anhydre n'a qu'un intérêt théorique, car le mannéotétrose et le stachyose ne peuvent guère être deshydratés à chaud sans devenir légèrement réducteurs et de ce fait moins dextrogyres.

» Le stachyose et le mannéotétrose pouvaient cependant n'avoir pas la même forme cristalline, le premier cristallisant dans le système asymétrique, d'après M. Schall [2], et les cristaux du second ayant été trouvés clinorhombiques par M. Wyrouboff. La question est maintenant tranchée. M. Wyrouboff ayant bien voulu examiner deux cristallisations de mannéotétrose et de stachyose qui s'étaient déposées lentement dans l'alcool à 90°, les a trouvées composées des mêmes cristaux : tous étaient clinorhombiques, comme ceux de mannéotétrose qu'il avait précédemment décrits.

» Il résulte de ce travail que le mannéotétrose et le stachyose, possédant les mêmes propriétés chimiques et physiques, ne sont qu'un seul et même sucre, un tétrose ayant la formule $C^{24}H^{42}O^{21}$. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Comparaisons entre les phénomènes de la nutrition chez les plantules pourvues ou non de leurs cotylédons.* Note de M. G. ANDRÉ.

« J'ai exposé récemment (ce Volume, p. 1401) les premiers résultats que m'avait fournis l'étude comparée des débuts de la nutrition d'une plante (haricot d'Espagne) pourvue ou non de ses cotylédons. Je continue cette étude, en examinant les variations de la potasse et celles des matières organiques.

» I. La *potasse*, chez les plantes pourvues de leurs cotylédons (*voir* le Tableau de la page 1402), passe de $0^g,696$ (24 juin) à $4^g,819$ (7 juillet), soit une augmentation de $4^g,123$ pour 100 unités sèches, dont $1^g,893 - 0^g,696 = 1^g,197$ sont pris à peu près exclusivement aux cotylédons (29 pour 100 de l'augmentation totale) dans la période

(1) Les deux échantillons de stachyose analysés par les auteurs laissaient à la calcination 0,30 et 1 pour 100 de cendres.

(2) *Loc. cit.*

pendant laquelle l'ensemble (plantes et cotylédons), diminuant de poids sec (24-28 juin), la somme de la potasse ne subit pas de variations. Du 28 juin au 7 juillet, les cotylédons ne fournissent plus à la plante, d'après mes dosages, que $0^g,375$ de potasse. Or cette base augmente dans la plante de $4^g,123 - 1^g,197 = 2^g,926$. Le sol lui a donc fourni, pendant cette période, $2^g,926 - 0^g,375 = 2^g,551$ de potasse. Chez les plantes privées de leurs cotylédons, la potasse, qui vient alors exclusivement du sol, passe de $0^g,722$ à $3^g,700$, soit une augmentation de $2^g,978$. Ce nombre est un peu supérieur à celui ($2^g,551$) qui exprime la quantité de potasse enlevée au sol par les plantes munies de leurs cotylédons.

» II. *Variations de la matière organique totale.* — C'est entre la troisième et la quatrième prise d'échantillon (28-30 juin) que la plante munie de ses cotylédons commence à élaborer de la matière organique, par suite de la fonction chlorophyllienne naissante : c'est du moins à ce moment que le gain de la plantule en matière organique seule dépasse la perte des cotylédons : il convient de préciser les faits.

	Plantes munies de leurs cotylédons.							Plantes privées de leurs cotylédons.				
	12-24 juin 1902.	24-26 juin	26-28 juin.	28-30 juin.	30 juin-2 juillet.	2-4 juillet.	4-7 juillet.	26-28 juin.	28-30 juin.	30 juin-2 juillet.	2-4 juillet.	4-7 juillet.
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Perte de matière organique de 100 cotylédons secs.....	45,316	14,760	30,381	12,422	5,285	6,570	»	»	»	»	»	»
Augmentation de la matière organique de 100 plantules sèches..................	16,116	8,864	18,125	16,248	16,674	35,354	14,919	6,954	7,058	6,525	9,240	12,904
Augmentation correspondante des hydrates de carbone solubles dans l'eau, calculés en glucoses.......	»	0,082	0,983	2,499	»	2,839	1,116	0,319	1,781	0,258	0,419	»
Augmentation des hydrates de carbone saccharifiables.	»	1,947	5,130	2,382	3,429	9,047	»	2,072	1,513	1,400	2,520	2,291
Augmentation de la cellulose.	»	2,362	3,818	3,964	4,424	6,074	7,756	1,221	1,778	0,635	1,611	3,715

» Ce Tableau montre les pertes successives de matière organique que subissent les cotylédons et les gains correspondants des plantules qui y sont attachées. On y trouve également inscrits les accroissements, dus uniquement à la fonction chlorophyllienne, qu'éprouvent, aux mêmes périodes, les plantes privées de leurs cotylédons.

» Or, entre le 26 et le 28 juin, sur les $18^g,125$ de matière organique gagnés par les plantules pourvues de leurs cotylédons, on peut admettre que $6^g,954$ (38 pour 100) proviennent au minimum de la fonction chlorophyllienne, puisque tel est le poids de matière organique qu'ont acquis les plantes privées de cotylédons. De même, entre le 28 et le 30 juin, sur les $16^g,248$ de matière organique gagnés par les plantules pourvues de leurs cotylédons, on peut admettre que $7^g,058$ (43 pour 100) proviennent de la fonction chlorophyllienne. Il est donc possible d'avoir, au moyen de ce calcul, une idée approximative de la quantité de matière organique que les plantes munies de leurs

cotylédons tiennent de la fonction d'assimilation : le reste étant encore prélevé sur leurs cotylédons.

» En résumé, les plantes dépourvues de cotylédons gagnent, du 26 juin au 7 juillet, 42g,681 de matière organique; pendant le même laps de temps, celles qui sont encore attachées à ces organes en gagnent 101g,320, dont il faut retrancher ce qui provient des cotylédons seuls, soit 20g,361. La différence 80g,959 représente la quantité de matière organique fixée sur la plante par la fonction chlorophyllienne seule : ce chiffre est le double du gain des plantes dépourvues de cotylédons (42g,681).

» III. *Variations des hydrates de carbone. — Les hydrates de carbone solubles dans l'eau* présentent un maximum situé à la même époque (28-30 juin), chez les plantes pourvues ou non de leurs cotylédons. Leur proportion centésimale, rapportée à la matière organique seule des plantes, s'élève à 15,3 chez les premières et à 25,2 chez les secondes. Au delà de la date précédente, cette proportion centésimale s'abaisse beaucoup.

» *Les hydrates de carbone saccharifiables par les acides étendus* présentent deux maxima : le premier entre le 26 et le 28 juin. Chez les plantes pourvues de leurs cotylédons, la matière organique de 100 plantules sèches éprouve une augmentation de 18g,125 dans laquelle les hydrates de carbone saccharifiables figurent pour 5g,130, soit 28,3 pour 100; chez les plantes dépourvues de cotylédons, la matière organique éprouve une augmentation de 6g,954 : les hydrates de carbone saccharifiables entrent dans ce chiffre pour 2g,072, soit 29,7 pour 100. Le second maximum est situé entre le 2 et le 4 juillet. Chez les plantes pourvues de leurs cotylédons, 25,5 pour 100 de l'augmentation de la matière organique sont imputables aux hydrates de carbone saccharifiables et 27,2 chez celles dépourvues de leurs cotylédons.

» *La cellulose* présente également deux maxima, qui ont lieu pendant les périodes qui suivent celles des maxima des hydrates de carbone saccharifiables. Entre le 4 et le 7 juillet, la cellulose constitue les $\frac{52}{100}$ de la masse organique des plantes pourvues de leurs cotylédons.

» Tels sont les faits qui traduisent le mode de nutrition des plantes, pourvues ou non de leurs cotylédons, que je viens d'étudier. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur quelques conditions de l'oxydation de l'aldéhyde salicylique par les organes et extraits d'organes.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **J. Aloy**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Développant et corroborant les expériences de Jaquet, les recherches de Abelous et Biarnès (*Archives de Physiologie*, 1894 à 1898) ont établi l'existence, dans les tissus, d'un ferment soluble transformant par oxydation l'aldéhyde salicylique en acide salicylique.

» Nous avons voulu étudier l'influence de certaines conditions sur l'activité de cette oxydation.

» Pour oxyder l'aldéhyde salicylique nous nous sommes servis à peu près exclusivement d'extraits aqueux de foie de cheval ou de foie de veau.

» *Technique.* — Ces extraits sont préparés de la façon suivante : on fait macérer pendant 48 heures à 38°-39° de la pulpe de foie dans son poids d'eau saturée de chloroforme; on filtre et l'on exprime le résidu. 100^g du filtrat limpide sont additionnés de $1^{cm^3},5$ d'aldéhyde salicylique et de $0^g,15$ de carbonate de sodium. On laisse le mélange à l'étuve à 38° pendant 24 heures. La séparation de l'acide salicylique se fait par le procédé indiqué par Abelous et Biarnès (*Archives de Physiologie*, t. VII, 1895, p. 239); le dosage est effectué par pesée et titrage acidimétrique.

» *a. Influence de l'air.* — Nous avons d'abord constaté que, dans deux lots égaux d'extraits, l'un (A) soumis au vide et maintenu dans le vide, l'autre (B), laissé à l'air, l'oxydation était moins intense dans ce dernier.

		Acide salicylique produit.
Lot	(A) pour 100^{cm^3} d'extrait dans le vide.	$0^g,112$
	(B) pour 100^{cm^3} d'extrait à l'air.......	$0^g,067$

» Pour expliquer cette oxydation dans le vide en l'absence d'oxygène, libre ou dissous, on est conduit à admettre que les extraits contiennent des combinaisons oxygénées non dissociables dans le vide à 38°, mais dissociées par le ferment et fournissant ainsi l'oxygène nécessaire à l'oxydation. On pourrait, dans une certaine mesure, comparer ces combinaisons à l'oxyhémoglobine.

» *b. Influence des nitrates alcalins.* — Nous nous sommes demandé si, en ajoutant à l'extrait une certaine quantité d'un nitrate alcalin, on n'obtiendrait pas une plus forte proportion d'acide salicylique. L'un de nous a montré, en effet, avec E. Gérard, que l'extrait de foie contient un ferment soluble réduisant les nitrates en nitrites. L'oxygène libéré par cette réduction aurait pu favoriser l'oxydation de l'aldéhyde.

» L'expérience nous a prouvé qu'il n'en est pas ainsi, au contraire.

		Acide salicylique produit.
Lot	(A) extrait dans le vide.	$0^g,112$
	(C) extrait dans le vide + 4^g de AzO^3K.	$0^g,041$

» La quantité d'acide formé est plus faible en présence des nitrates qu'en présence de l'air.

» Pour expliquer cette diminution du pouvoir oxydant, on peut admettre, soit que les nitrates paralysent le ferment, soit qu'ils entravent la dissociation des combinaisons oxygénées. On connaît, en effet, l'action méthémoglobinisante des nitrates alcalins. Cette action est encore plus marquée pour les nitrites; si donc cette seconde hypothèse est la bonne, nous devons avec les nitrites obtenir une diminution encore plus marquée du pouvoir oxydant.

» *c. Influence des nitrites.* — C'est ce que l'expérience vérifie : dans les extraits

additionnés de nitrite de sodium à la dose de 1^g pour 100 et soumis au vide, la recherche de l'acide salicylique a donné des résultats négatifs.

» *d. Influence du sulfure d'ammonium et de l'hydrogène sulfuré.* — En ajoutant aux extraits 2^{cm^3} pour 100 de sulfure d'ammonium ou en faisant barboter dans la liqueur de l'hydrogène sulfuré et en maintenant dans le flacon une atmosphère de ce gaz, l'oxydation est nulle ou à peu près.

» *e. Influence défavorable de l'oxygène libre.* — Nous avons fait barboter de l'oxygène pur dans les extraits de l'oxygène libre, et nous avons maintenu dans les ballons une atmosphère de ce gaz.

» Voici les résultats obtenus :

Mélange.	Expérience I.	Acide salicylique trouvé.	Expérience III.	Acide salicylique trouvé.
Extrait de foie, 100^{cm^3}	(A) Vide....	$0^g,073$	(A) Vide....	$0^g,090$
Aldéhyde salicylique, $1^{cm^3},5$	(B) Oxygène.	$0^g,018$	(B) Oxygène.	traces.
	Expérience II.		Expérience IV.	
CO^3Na^2, $0^g,15$	(A) Vide....	$0^g,102$	(A) Vide....	$0^g,077$
	(B) Oxygène.	$0^g,064$	(B) Oxygène.	$0^g,002$

» On voit que la présence de l'oxygène diminue considérablement l'oxydation. Si, au lieu d'extrait, on emploie la pulpe de foie additionnée de son poids d'eau, on obtient des résultats analogues, seulement l'oxygène pénétrant moins dans l'intimité du mélange son pouvoir paralysant est moins manifeste.

100^g pulpe de foie de veau.	Acide salicylique obtenu.
(A) lot soumis au vide........................	0,051
(B) lot en présence d'oxygène..................	0,031

» Ainsi la présence d'une atmosphère d'oxygène entrave manifestement l'oxydation, Ce fait n'est paradoxal qu'en apparence : on sait, en effet, depuis les travaux de Paul Bert, que l'oxygène pur sous pression est un poison pour les cellules vivantes. Nos expériences montrent qu'il est aussi un poison pour le ferment qui oxyde l'aldéhyde salicylique.

» Ces faits nouveaux viennent donc à l'appui de la conception si brillamment développée par M. Armand Gautier, à savoir que les éléments anatomiques vivent anaérobiquement en dehors du contact de l'oxygène libre, les phénomènes de la respiration élémentaire s'accomplissant seulement aux dépens de l'oxygène combiné.

» *En résumé :* 1° L'oxydation de l'aldéhyde salicylique dans les extraits d'organe se fait mieux dans le vide qu'en présence de l'air.

» 2° La présence de l'oxygène libre diminue considérablement et peut même supprimer l'oxydation.

» 3° Dans les extraits maintenus dans le vide, l'oxygène nécessaire à l'oxydation doit être fourni par des combinaisons oxygénées que dissocie le ferment oxydant.

» 4° Cette dissociation paraît plus difficile en présence de certains corps tels que les nitrates et nitrites alcalins qui stabilisent ces combinaisons, de la même façon, probablement, qu'ils stabilisent la combinaison de l'oxygène avec l'hémoglobine en la transformant en méthémoglobine.

» 5° La présence d'agents réducteurs entrave et supprime même l'oxydation. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la glycérine du sang au cours : 1° du jeûne; 2° de la digestion des graisses.* Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans deux Notes parues récemment aux *Comptes rendus*, j'ai indiqué la méthode qui permet de séparer et de doser de petites quantités de glycérine, ajoutée en proportion déterminée à un volume donné de sang et l'application de cette méthode à la démonstration de l'existence de la glycérine dans le sang normal. La quantité trouvée, chez le chien, oscille entre 2^{mg} et $2^{mg},5$ pour 100^{cm^3} de sang.

» Cette glycérine provient à n'en pas douter d'un processus fermentatif dont nous ne connaissons pas encore d'une façon absolue le lieu d'origine. Aussi j'ai cru qu'il y avait intérêt (en vue d'apporter de nouveaux éléments aux discussions que soulève cette importante question) à déterminer les quantités de glycérine du sang dans des conditions physiologiques pour lesquelles on pouvait escompter, *a priori*, les variations les plus grandes de la proportion de glycérine. J'ai choisi : 1° l'état de jeûne; 2° l'état de digestion d'un repas de graisse.

» Trois chiens sont soumis au jeûne respectivement pendant 3, 5 et 7 jours. Après ce temps, on fait une prise de 100^{cm^3} de sang artériel (quantité nécessaire pour une analyse), on précipite les matières albuminoïdes par l'acide acétique étendu, on filtre; le liquide clair est divisé en quatre ou cinq parties; chaque partie est distillée à sec dans le vide, le résidu sec est soumis à l'entraînement, également dans le vide, par la

(1) Maurice Nicloux, *Méthode de dosage de la glycérine dans le sang* (*Comptes rendus*, même Tome, p. 559). — *Existence de la glycérine dans le sang normal* (*Comptes rendus*, même Tome, p. 764).

vapeur d'eau à 100°. Les liquides de distillation et d'entraînement sont réunis, concentrés dans un ballon, soumis de nouveau à la distillation, et le résidu correspondant, à l'entraînement par la vapeur d'eau. Le liquide obtenu est concentré à 10^{cm^3}, et la glycérine y est dosée par le bichromate grâce à la méthode générale que le premier j'ai fait connaître pour l'alcool [1].

D'autre part, à trois chiens à jeun depuis la veille, on offre un repas composé de 250^g de graisse. 4 à 6 heures après, on fait une prise de 100^{cm^3} de sang artériel [2] auquel on fait subir toute la série d'opérations très brièvement décrites plus haut. La glycérine séparée est dosée comme précédemment.

» Voici réunis en Tableau les résultats des deux séries d'expériences ; j'ai placé dans la troisième colonne les chiffres trouvés pour le sang normal publiés dans ma Note antérieure.

Glycérine en milligrammes dans 100^{cm^3} de sang.		
Chiens à jeun depuis 3, 5 et 7 jours.	Chiens en digestion d'un repas de graisse.	Chiens normaux.
2,2	1,9	1,9
2,4	2,2	2,5
2,4	2,5	2,5

» L'examen de ce Tableau montre la constance remarquable du chiffre de la glycérine dans le sang de ces animaux ; *l'état de jeûne et l'état de digestion d'un repas de graisse ne semblent influencer aucunement la proportion de glycérine dans le sang.*

» Je me propose de faire connaître ultérieurement à l'Académie les résultats de mes recherches sur l'injection de glycérine dans le sang et son dosage dans les heures qui suivent l'injection. »

CHIMIE. — *Sur les mixtes d'iode et de soufre.* Note de M. **R. Boulouch**, présentée par M. G. Lemoine.

« Gay-Lussac admettait l'existence de plusieurs composés définis obtenus par la fusion de quantités convenables d'iode et de soufre ; les chimistes qui partagent cette opinion signalent surtout les corps S^2I^2 et SI^6 ;

(1) Les détails techniques de toutes les manipulations, la représentation des appareils et l'ensemble de mes recherches sur la glycérine paraîtront en Mémoire dans le numéro de septembre du *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*.

(2) On s'assure par centrifugation que le plasma est lactescent.

pour d'autres, ces deux éléments ne peuvent donner naissance qu'à des corps ayant des caractères analogues à ceux des alliages métalliques.

» La détermination des lignes de fusion et de solidification de tels corps, à l'aide du dilatomètre, permet d'élucider complètement la question.

» Les courbes obtenues pour chaque mixte, en portant la température en abscisses et le volume apparent en ordonnées, présentent à peu près toutes quatre portions distinctes :

» 1° Au-dessous de 65°,5, une partie presque rectiligne qui monte vers les températures croissantes;

» 2° A 65°,5, une partie perpendiculaire à l'axe des températures;

» 3° De 65°,5 à une température t, une courbe qui se relève assez rapidement;

» 4° Au-dessus de t, une ligne sensiblement droite et souvent presque parallèle à la première.

» Le simple aspect de ces courbes montre que tous les mélanges étudiés contiennent une certaine quantité d'eutectique qui fond à 65°,5 et que la fusion de l'excès de solide ne se termine qu'à la température t de solidification.

» Dès lors, si l'on porte en abscisses les concentrations $s = \left(\frac{\text{masse de soufre}}{\text{masse totale}}\right)$, et en ordonnées les températures de fusion et de solidification, la ligne de fusion est une parallèle à Os menée à la température de 65°,5; quant à la courbe de solidification, elle comprend :

» 1° Une ligne presque droite se détachant du point de fusion de l'iode ($s = 0$) et descendant, avec une sorte d'inflexion à 96°, vers les concentrations croissantes;

» 2° Deux lignes sensiblement droites se coupant à 96°, la première se détachant du point de fusion du soufre prismatique, tandis que le prolongement de l'autre passerait par le point de fusion du soufre octaédrique, toutes deux descendant vers les concentrations décroissantes.

» L'intersection de ces deux courbes a lieu sur la ligne de fusion en un point d'eutexie dont l'abscisse $\sigma = 0,543$ et l'ordonnée $\theta = 65°,5$ sont la concentration et le point de fusion de l'eutectique.

» Le dilatomètre ne paraît donc pas mettre en évidence l'existence de cristaux mixtes, et, du côté du soufre, l'expérience directe conduit à la même conclusion, car on peut très facilement isoler vers 100°, de ces mélanges opaques, des cristaux prismatiques parfaitement transparents et sans coloration étrangère, et moins aisément, à température plus basse, des cristaux colorés mais transparents de soufre octaédrique.

» *Conclusions*. — 1° Le soufre et l'iode fondus ensemble ne donnent naissance ni à des composés définis, ni à des solutions solides;

» 2° Ils forment un eutectique dont la composition est 0,543 de soufre pour 0,457 d'iode et dont le point de fusion brusque est 65°,5. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *De l'action du champ magnétique sur les Infusoires.* Note de MM. C. Chéneveau et G. Bohn, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans son Rapport au Congrès de Physique de 1900, M. H. du Bois fait observer qu'il n'a constaté, dans un champ de 50 000 unités C. G. S., aucun effet perceptible sur le mode de mouvement de divers Protozoaires. Nulle indication n'étant donnée, quant à la durée de l'expérience, nous avons pensé que les résultats négatifs obtenus pouvaient être dus à ce qu'on avait négligé jusqu'ici le facteur temps, qui doit évidemment entrer en ligne de compte avec le facteur intensité de champ.

» La difficulté de créer un champ magnétique intense et de longue durée vient surtout de ce fait que, dans les électro-aimants de laboratoire, on est limité par l'accroissement de température très considérable produit par le courant magnétisant. Il est donc nécessaire de se mettre à l'abri de cette influence pour placer les êtres en expérience dans les conditions normales de température. A cet effet, nous avons opéré avec deux électro-aimants du type Faraday et du type Weiss (modèle Carpentier) à pièces polaires coniques. L'écartement de ces pièces polaires était réglé de façon à placer au centre du champ un tube de verre de 7^{mm} de diamètre intérieur et $1^{mm},5$ d'épaisseur, ouvert à la partie supérieure. Entre la paroi externe du tube et la paroi interne d'un manchon en verre l'enveloppant, circulait, d'une façon continue, en nappe très mince, un courant d'eau à débit sensiblement invariable. Ce dispositif permet de maintenir une température constante dans le tube d'expérience. Des témoins étaient placés dans des tubes identiques, à la même température.

» Cette température a varié dans les expériences de 16° à 19°. La valeur moyenne des champs a été pour l'électro Faraday (F) 5000 unités C.G.S. et l'électro Weiss (W) 8000 unités (¹).

» Isolant dans une culture aussi pure que possible une masse de liquide de 1^{cm^3} à 2^{cm^3}, nous l'avons répartie également entre le tube d'expérience et le tube témoin. Tenant compte du genre de vie des Infusoires, nous sommes arrivés aux résultats suivants :

» 1° Infusoires nageurs : *a. Carnassiers.* — 3 expériences sur des *Loxophyllum* marins (F ou W pendant 3 ou 4 jours). Les animaux témoins, tout en se multipliant dans un rapport de 1 à 4, conservent leur allure normale : ils sont continuellement en mouvement à la recherche de proies et traversent le champ du microscope avec une vitesse moyenne de 400^{μ} à la seconde. Dans le champ magnétique, leur allure change dès le deuxième jour : les mouvements deviennent moins vifs, 134^{μ} par seconde; le

(¹) Le champ moyen a été mesuré par la balance de Cotton dans laquelle l'élément de courant avait une longueur de $1^{cm},15$.

quatrième jour, la vitesse n'est plus que de 80^{μ} et le nombre des individus n'est plus par rapport aux témoins que $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{13}$.

» *La diminution d'intensité des mouvements ciliaires est un premier effet du champ magnétique, effet que nous avons retrouvé chez tous les Infusoires étudiés.*

» *b. Herbivores.* — 1 expérience sur des *Colpidium colpoda* (W pendant 5 jours). Le cinquième jour, les mouvements sont devenus cinq fois plus lents et le nombre des individus faible par rapport à celui des témoins; cependant il y a eu multiplication chez les uns et les autres, mais dans le champ magnétique les générations se sont succédé plus lentement et irrégulièrement, et les individus de nouvelle génération, au lieu de grossir rapidement, sont restés de petite taille; finalement on n'a guère plus eu que des individus atrophiés (40^{μ}-30^{μ} au lieu de 80^{μ}-70^{μ}), qui mouraient en grand nombre.

» Ainsi, *quand une multiplication a lieu dans le champ magnétique, les nouveaux individus ne croissent pas.* Dans les cas suivants, aucune multiplication n'a eu lieu.

» 2° INFUSOIRES THIGMOTROPES : *a. D'eau douce.* — 2 expériences sur des *Stylonichia* (W pendant 4 jours et 3 jours). Ces Infusoires gagnent la surface et restent adhérents aux corps flottants; grâce à leur sédentarité, il est facile de les disposer d'une façon permanente au maximum d'intensité du champ. Tandis que les témoins se multiplient d'une façon considérable, eux meurent sans se diviser et diminuent rapidement de nombre : à la surface, $\frac{35}{100}$ (1 jour), $\frac{5}{100}$ (2 jours), $\frac{3}{100}$ (3 jours), $\frac{0}{100}$ (4 jours). On en trouve encore quelques-uns dans la profondeur ($\frac{15}{100}$), presque immobiles, de taille petite, en train de se kystifier.

» *b. Marins.* — Résultats presque identiques avec divers Oxytrichides (3 expériences).

» Ainsi *le champ magnétique tue assez rapidement les Infusoires.*

» 3° INFUSOIRES FIXÉS. — 2 expériences sur des Vorticelles (W, 5 et 3 jours). Dès le deuxième jour, elles ont presque complètement disparu ($\frac{2}{10}$); le cinquième jour, tandis que les témoins ont encore une frange adorale active, elles semblent se kystifier. Les colorations sur le vivant, si bien utilisées par Prowazek, indiquent une altération chimique progressive du protoplasma.

» Le dernier procédé pourrait nous permettre de rechercher le mécanisme de l'action du champ magnétique sur les Infusoires : pour le moment, nous nous bornerons à signaler que *le champ magnétique modifie les mouvements ciliaires, la croissance et la multiplication. Il produit assez rapidement toutes les particularités de la sénescence* (Maupas). *Finalement, il tue et jamais les individus ne tendent à se rajeunir par une conjugaison.* Toutefois, quand l'action n'a pas été poussée trop loin, ils peuvent recouvrer la vitalité, s'accroître et se multiplier.

» Cette action sur les propriétés vitales essentielles des Protozoaires se produit-elle chez des animaux plus complexes? Des expériences en cours semblent répondre affirmativement à cette question. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Loi de l'action de la trypsine sur la gélatine* (II). Note de MM. **Victor Henri** et **Larguier des Bancels**, présentée par M. Alfred Giard.

« Nous avons montré dans une Communication précédente (4 mai 1903) que la vitesse de digestion tryptique de la gélatine était, au début, la même pour deux concentrations différentes en gélatine. Nous étudions maintenant la loi suivant laquelle se produit la digestion de la gélatine ainsi que l'action de différents facteurs.

» 1° *La méthode de mesure des conductibilités électriques donne, pour l'étude de la digestion tryptique de la gélatine, des résultats très précis et comparables, à des intervalles de plusieurs jours.*

» *Exemples :* les 12, 15 et 17 juin, nous mettons en train des digestions contenant 10^{cm^3} de gélatine à 5 pour 100 + 1^{cm^3} suc pancréatique + 1^{cm^3} kinase, et nous observons les variations de conductibilité électrique qui suivent :

	Durées				
	10 minutes.	20 minutes.	30 minutes.	40 minutes.	55 minutes.
12 juin...	27	46	53	58	66
15 juin...	28	44	55	60	66
17 juin...	27	42	51	58	65

» Les nombres précédents sont les variations des conductibilités spécifiques des solutions multipliées par 10^5.

» 2° *L'activité du ferment* (suc pancréatique + kinase) *ne change pas après 1 heure de digestion de la gélatine.*

» *Exemples :* On fait les deux mélanges suivants :

» A. 10^{cm^3} gélatine + 1^{cm^3} suc pancréatique + 1^{cm^3} kinase,

» B. 10^{cm^3} gélatine + $0^{cm^3},5$ suc pancréatique + $0^{cm^3},5$ kinase + 1^{cm^3} d'eau.

» On étudie les variations de conductibilité électrique de A et de B. Au bout de 1 heure, on retire 6^{cm^3} de A et on les remplace par 5^{cm^3} de gélatine à 5 pour 100 et 1^{cm^3} d'eau; la variation de conductibilité pendant les 10 premières minutes après ce mélange est égale à 20, tandis que dans la série B elle est égale, dans les premières 10 minutes, à 19. La même expérience répétée un autre jour donne des variations égales à 22 dans les deux cas.

» 3° *Les produits d'une digestion prolongée de gélatine ralentissent l'action du ferment sur la gélatine.*

» On laisse digérer pendant 5 heures 10^{cm^3} de gélatine à 5 pour 100 + 1^{cm^3} de suc pancréatique + 1^{cm^3} de kinase; puis on porte ce mélange à 100° pendant 10 minutes, et l'on ramène à la température du thermostat, 44°,3; puis on met en train les deux séries suivantes :

» A. 5^{cm^3} de gélatine + 6^{cm^3} du mélange contenant les produits de la digestion + $0^{cm^3},5$ de suc pancréatique + $0^{cm^3},5$ de kinase.

» B. 10^{cm^3} de gélatine + $0^{cm^3},5$ s. p. + $0^{cm^3},5$ kin. + 1^{cm^3} d'un mélange à vol. égaux de s. pancr. et de kinase porté à 100° pendant 10 minutes.

» On trouve que, pendant les 10 premières minutes, la conductibilité électrique varie dans A de 15, dans B de 19; un autre jour on trouve pour A, 16, pour B, 22. La digestion se produit donc plus lentement dans la série A que dans la série B.

» 4° *La variation de conductibilité électrique pendant la digestion tryptique de la gélatine se produit suivant la loi logarithmique.*

Les résultats précédents rapprochent beaucoup l'action de la trypsine de celle des ferments des hydrates de carbone; il y avait lieu de chercher quelle était l'expression mathématique qui représentait la marche du phénomène et il était tout indiqué de voir d'abord si la loi logarithmique $K = \frac{1}{t} \log \frac{a}{a - x}$ ne pouvait pas s'appliquer.

» Dans cette expression, K est une constante, a un nombre qui correspond à la quantité de gélatine, x la variation de conductibilité électrique après le temps t. Cette formule exprime avec une précision très suffisante la marche de la digestion pendant la première heure. Voici, en effet, les valeurs de la constante K calculées pour plusieurs séries.

	12 juin.				15 juin.			
	1° 10^{cm^3} gél. + 1^{cm^3} s. p. + 1^{cm^3} kin.		2° 10^{cm^3} gél. + $0^{cm^3},5$ s. p. + 0 ,5 k. + 1^{cm^3} eau.		1° 10^{cm^3} gél. + 1^{cm^3} s. p. + 1^{cm^3} kin.		2° 10^{cm^3} gél. + $0^{cm^3},5$ s. p. + $0^{cm^3},5$ k. + 1^{cm^3} eau.	
Durées.	x.	$k \times 10^4$.	x.	$k \times 10^4$.	x.	$k \times 10^4$.	x.	$k \times 10^4$.
10 min.	27	215	19	137	28	222	22	161
20 min.	46	223	34	139	44	216	37	164
30 min.	53	200	42	133	55	227	45	148
40 min.	58	188	49	131	60	213	53	155

» L'ensemble de ces résultats permet donc de conclure que la loi d'action de la trypsine sur la gélatine est la même que celle des diastases des hydrates de carbone étudiée par l'un de nous. »

BOTANIQUE. — *La famille des Clostridiacées ou Bactéries cystosporées.* Note de M. PAUL VUILLEMIN, présentée par M. Guignard.

« Nous nous proposons par cette Note d'appeler l'attention des botanistes sur l'existence d'organes reproducteurs chez les Bactéries.

» *A priori*, on ne conçoit pas l'existence d'un organe reproducteur chez un être réduit à un seul plastide, à une seule énergide. Une Bactérie, considérée individuellement, peut se multiplier par scission, concentrer son

protoplasme dans une arthrospore, dans une ou plusieurs endospores; elle pourvoit ainsi aux besoins de la propagation et de la conservation; elle ne se reproduit pas.

» Mais la division du travail et la différenciation organique ne se réalisent pas seulement entre les énergides réunies en un seul corps, en un seul individu. Elles peuvent porter sur des individus distincts qui, malgré leur dispersion dans l'espace, gardent l'empreinte d'une origine commune, restent solidaires les uns des autres. S'ils ne constituent pas une même personne, ils fournissent les éléments d'une personnalité qui ne réside, ni dans l'individu, ni dans un nombre déterminé d'individus, mais qui se dégage de l'ensemble des propriétés manifestées par les individus dissemblables issus d'une même souche.

» Dans ce sens, les Bactéries sont susceptibles de posséder des organes reproducteurs, tout comme les Champignons unicellulaires de la famille des Saccharomycètes et de celle des Schizosaccharomycètes.

» Les organes reproducteurs des Bactéries sont des bâtonnets sporogènes différenciés à l'égard des bâtonnets végétatifs dans leur forme, leur taille, leur structure, *avant l'apparition des spores*. Ces bâtonnets sont des sporocystes; les spores qu'ils contiennent ont une valeur plus élevée que les arthrospores et les endospores; nous proposons de les nommer des *cystospores*.

» Le genre *Clostridium* est le type des Bactéries cystosporées. On en distinguera soigneusement les formes sporulées, en fuseau ou en baguette de tambour, dont le renflement est provoqué *secondairement* par une endospore macrosome refoulant passivement la paroi du bâtonnet végétatif. Avec le genre *Astasia*, le genre *Clostridium* constitue une famille parfaitement définie.

» Au mois de décembre 1900, nous avons rencontré, dans des cultures de Blastomycètes, une espèce nouvelle, le *Clostridium disporum*, particulièrement propre à démontrer la différenciation du sporocyste des Bactéries. Comme les asques des levures, ses sporocystes se montrent dans les cultures transportées sur plâtre.

» Les bâtonnets végétatifs sont très fins ($1^{\mu},5$ à 2^{μ} de long sur $0^{\mu},22$ d'épaisseur). Le sporocyste atteint 4^{μ}, exceptionnellement $4^{\mu},75$ de long sur $1^{\mu},33$ au point le plus renflé. A partir du renflement ovoïde, le bâtonnet se prolonge au sommet en un apicule arrondi, à la base en un long pédicelle passant progressivement au calibre du filament végétatif. Les spores, généralement au nombre de 2, sont juxtaposées dans le renflement; elles ont la forme d'un bâtonnet arrondi aux deux bouts, mesurant $1^{\mu},3$

de long sur $0^{\mu},5$ de large. Quand elles sont déjà formées, le protoplasme accumulé à la base de chaque spore se colore vivement par la fuchsine, mais disparaît à la maturité. Quelques vésicules contiennent une seule spore. Celle-ci est, tantôt semblable aux spores juxtaposées et ne remplit pas la vésicule, tantôt ovale et presque moulée sur la cavité du renflement. Dans ce dernier cas, on distingue dans les éléments jeunes deux amas fuchsinophiles : ce qui montre que la grosse spore résulte de la concrescence de deux spores normales.

» La forme des sporocystes est donc plus compliquée, la forme des spores plus régulière et leur position plus fixe que chez le *Clostridium inflatum,* d'ailleurs beaucoup plus gros.

» Les bactéries définies surtout par des caractères négatifs ont des affinités incertaines. On peut les envisager avec à peu près autant de raison comme des formes réduites de Flagellates, de Champignons ou d'Algues que comme un groupe autonome. Quelques espèces, telles que le bacille de la tuberculose, se rattachent aussi manifestement aux Champignons microsiphonés que certains Blastomycètes se rattachent aux Basidiomycètes, aux Ascomycètes, aux Ustilaginées, etc.

» Mais, de même que les Saccharomycètes forment une famille de Blastomycètes essentiels, donnant des globules végétatifs et des asques sans cesser d'être des Blastomycètes, ainsi les Clostridiacées forment une famille de Bactéries essentielles, donnant des bâtonnets végétatifs et des sporocystes, sans cesser d'être des Bactéries. »

BOTANIQUE. — *Sur la structure de la graine de* Nymphæa flava *Leitn.* Note de M. **J. Chifflot**, présentée par M. Guignard.

« Le *Nymphæa flava* Leitn. forme à lui seul, comme on le sait depuis Caspary [1], une sous-section spéciale *Xanthantha,* parmi la sous-tribu des Eunymphéacées.

» Nous avons montré [2] que, chez cette espèce, les caractères morphologiques externes et ceux tirés de la structure interne de l'étamine et de l'ovaire étaient suffisants pour lui conserver la place toute spéciale que lui avait assignée Caspary.

» Nous n'avions pu qu'étudier la structure de l'ovule de cette plante [3];

---

(1) *Nymphæaceaen* in Engler et Prantl, Lief. XVI, p. 8.

(2) J. Chifflot, *Contributions à l'étude de la Classe des Nymphéinées* (*Thèse* 1902, Lyon, p. 139 et 281).

(3) *Loc. cit.*, p. 150, *fig.* 110.

car dans nos cultures, par suite d'une propagation active par stolons, cette plante ne fructifie jamais.

» Il nous a été possible de nous procurer, sur un échantillon de l'herbier du Texas conservé à Kew, une graine de *Nymphœa flava* Leitn.

» Bien que ce spécimen fût étiqueté *Nymphœa mexicana* Zucc., il nous a été possible d'identifier en tous points cette espèce avec le *Nymphœa flava* Leitn., de la Floride.

» D'ailleurs, pour beaucoup de floristes, le *Nymphœa mexicana* Zucc. serait une variété à peine distincte du *Nymphœa flava* Leitn.

» La graine du *Nymphœa flava* Leitn., que Caspary a déjà signalée comme très grosse, est certainement la plus volumineuse de toutes les graines produites par les diverses espèces de *Nymphœa*.

» Elle est ovoïde et mesure environ 6^{mm} suivant son grand axe et 5^{mm} suivant les deux autres. Elle est entourée d'un arille qui l'enveloppe complètement et dont la structure (il est composé de deux couches de cellules allongées) n'offre rien de particulier par rapport à celle des autres espèces du même genre.

» Le raphé est peu saillant et l'opercule qui porte le hile et le micropyle est peu accentué. La coupe transversale équatoriale de la graine montre que les téguments ont une épaisseur totale d'environ 500^{μ}.

» Le tégument externe est formé de douze ou quinze assises de cellules. L'assise externe est très lignifiée et les cellules qui la constituent sont rectangulaires, allongées radialement; elles mesurent environ 150^{μ} de hauteur sur 70^{μ} de largeur.

» De nombreuses ponctuations s'observent sur tout le pourtour des parois. Cette structure reproduit par là même celle de la même assise chez les espèces de la sous-section Castalia de Planchon, mais elle présente ce caractère particulier de posséder une fine cuticule avec replis papilliformes atteignant 168^{μ} de longueur et à parois minces.

» Ces replis sont disposés sans ordre et correspondent, les uns aux cloisons de séparation des cellules de l'assise externe, les autres aux milieux de ces mêmes cellules.

» Ces replis papilliformes n'existent dans aucune espèce de la sous-section Castalia; nous les avons signalés, disposés en bandes longitudinales, dans le *Nymphœa Lotus* L., de la sous-section Lotos, parmi les *Symphytopleura* et dans les sous-sections *Brachyceras* et *Anecphya* de la section *Lytopleura*.

» Les autres assises du tégument externe sont également lignifiées et ponctuées. La plus grande partie est formée de cellules polygonales; mais les cellules les plus internes sont aplaties tangentiellement. Le tégument interne, d'une épaisseur moyenne de 66^{μ}, est formé, comme dans l'ovule, par deux assises superposées, qui, dans la graine, sont fortement aplaties et se présentent comme une couche membraniforme anhyste.

» De face, les cellules externes du tégument sont sinueuses comme dans toutes les autres espèces du genre *Nymphœa*. Elles arrivent à être polygonales, puis trapézoïdes, au voisinage de l'opercule.

» En résumé, les caractères morphologiques externes et internes tirés de

la graine de *Nymphœa flava* Leitn., permettent à nouveau de différencier nettement cette espèce de toutes les autres appartenant au même genre. Ils confirment cette opinion que cette plante doit être classée dans la sous-section spéciale *Xanthantha* de Caspary et qu'elle doit être éloignée de la sous-section Castalia de Planchon dans laquelle veut la placer Hooker ([1]). »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La maladie des Platanes.* Note de M. J. **Beauverie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Par suite de la succession de printemps froids et humides, la maladie du Platane, relativement bénigne jusqu'à ce jour, tend à devenir de plus en plus grave. Le *Glœosporium nervisequum,* champignon, auteur de la maladie, n'avait été observé pendant longtemps que sur les feuilles et aux extrémités des plus jeunes rameaux ([2]); nous signalions, dès 1901, son existence sur les grosses branches et sur le tronc même d'arbres de forte taille ([3]). L'action de ce champignon s'est longtemps bornée à provoquer la chute prématurée des feuilles, l'arbre se recouvrant d'ailleurs, vers le milieu de l'été, de feuilles nouvelles; maintenant, il envahit la plante entière et cause parfois sa perte.

» Nous rappellerons que le champignon forme sur la feuille des taches brunes qui suivent les nervures et envahissent le limbe autour d'elles; le pétiole lui-même est atteint, et la feuille tombe sur le sol alors qu'elle est encore partiellement verte et saine. Sur le pétiole et les nervures attaquées se trouvent de petites taches noires, un peu allongées, constituées par les conceptacles du champignon; ils caractérisent le *Glœosporium nervisequum* que l'on rangeait parmi les Mélanconiées; mais, en 1902, M. Klebahn a trouvé la forme périthèce de ce champignon qui ne serait autre que le *Laestadia veneta* Sacc. et Speg.; il faudrait donc le ranger maintenant parmi les Ascomycètes Sphæriacées. On a donné plusieurs noms au champignon du Platane, car l'on croyait avoir affaire à des espèces différentes, soit *Glœosporium nervisequum, Glœosporium valsoideum, Glœosporium Platani.* Nous avons pu nous rendre compte, après M. Leclerc du Sablon, que ces distinctions ne sont nullement justifiées.

» Le champignon n'attaque pas seulement les feuilles; dans les cas les plus graves,

---

([1]) *Botanical Magazine,* 1887, tab. 6917.

([2]) Leclerc du Sablon, *Sur une maladie du Platane* (*Revue générale de Botanique,* t. IV, 1892).

([3]) J. Beauverie, *Sur une forme particulièrement grave de la maladie du Platane due au* Glœosporium nervisequum (*Annales de la Société botanique de Lyon,* t. XXVI, 1901).

il envahit la plante entière. On découvre aisément alors, à la surface des branches et du tronc, de nombreuses petites taches noires qui sont autant de conceptacles. Ils s'ouvrent à l'extérieur après avoir fait éclater l'épiderme et le parenchyme superficiel; fréquemment, ces ouvertures se manifestent sous la forme de trois petites fentes convergeant vers un point central. Quelquefois, dans les conceptacles jeunes, la masse saillante des spores présente une couleur rose pâle. Les plaques de rhytidome sont toutes ponctuées de conceptacles; en tombant sur le sol, elles ne débarrassent point la plante de son parasite, car celui-ci est profondément installé dans les tissus de l'hôte, et de nouvelles pycnides se reforment aussitôt sur l'écorce mise à nu.

» Quand, pendant plusieurs années de suite, les conditions de température et d'humidité ont été favorables au champignon, celui-ci passe des feuilles, où il est habituellement confiné, aux jeunes rameaux, puis aux grosses branches, et, continuant sa marche lentement envahissante, il peut arriver jusqu'au tronc. Il pénètre dans les tissus délicats que sont le cambium et le liber; sous l'action du champignon, leurs cellules brunissent, puis se détruisent et disparaissent, laissant à leur place une lacune nettement limitée d'un côté par les fibres péricycliques que le mycélium ne peut pénétrer, d'un autre côté par le bois et les rayons médullaires. On le retrouve dans le parenchyme cortical où il forme ses conceptacles; les plus anciens s'ouvrent au dehors, tandis qu'un peu plus profondément s'en organisent d'autres. Les filaments mycéliens cheminent facilement dans les cellules des rayons qui présentent de nombreuses ponctuations et, par là, gagnent la moelle où ils peuvent être très abondants. Nous ne l'avons pas observé dans le bois lui-même.

» Il résulte de ces observations que : 1° les tissus les plus actifs de la tige, le cambium et le liber, sont détruits par le champignon, ce qui entraîne la mort des branches et celle de l'arbre lorsque le tronc est envahi circulairement; 2° que le champignon se conserve d'une année à l'autre par son mycélium pérennant dans l'intérieur des tissus de l'hôte; il reparaîtra d'année en année si la température trop basse du printemps met l'arbre en état d'infériorité dans sa lutte contre le parasite, et il envahira chaque fois le végétal plus profondément.

» Nous avons pu observer un appareil conidien de ce champignon. Il se trouvait très abondant au-dessous des plaques légèrement soulevées du rhytidome. Il est constitué par des arbuscules irrégulièrement ramifiés, cloisonnés, dont les rameaux ultimes se terminent en pointe et portent à leur extrémité une spore brunâtre légèrement ovoïde de dimensions plus fortes que les pycnospores, soit de 22^{μ} à $27^{\mu},5$ sur $18^{\mu},3$ à 22^{μ}. Cette forme conidienne est analogue à celle que l'on obtient en cultivant les pycnospores en milieux artificiels; elle se laisse elle-même facilement cultiver sur milieux divers : carotte, pomme de terre, liquide de Raulin, etc., et présente quelques variations qui n'atteignent pas les spores.

» La contamination se fait au moyen des pycnospores et des conidies, et aussi, d'après Klebahn, par l'intermédiaire des ascospores, non directe-

ment, mais par les conidies qu'elles donnent en germant; celles-ci sont semblables aux conidies que l'on obtient en faisant germer les pycnospores en milieu artificiel.

» En général, les feuilles sont d'abord attaquées, puis le champignon passe des feuilles aux rameaux, de ceux-ci aux grosses branches et, enfin, au tronc en se répartissant dans les tissus comme nous l'avons dit.

» La contamination peut encore se faire directement sur les rameaux et le tronc lorsque leur écorce est encore verte et non desquamée, état qui persiste des années chez certaines variétés. Les filaments germinatifs utilisent alors les lenticelles ou les blessures pour pénétrer dans la plante. On aperçoit dans ce cas, au niveau de la partie atteinte, une tache brune, ponctuée de conceptacles, qui tranche nettement sur les parties saines avoisinantes. Nous avons facilement observé ces faits dans les pépinières.

» Il y a un autre mode de propagation très important au point de vue pratique, c'est le suivant : la multiplication du Platane se fait en pépinière par marcottes et surtout par boutures; or, si la portion de plante dont on se sert pour cet usage est déjà contaminée, il devient évident que l'arbre sera atteint et voué à la destruction par le champignon. Nous avons constaté la mort, par centaines, de jeunes Platanes en pépinière; ces hécatombes sont certainement dues au fait que nous signalons.

» Comme moyen préventif, il faudra s'assurer que les boutures employées pour multiplier les Platanes en pépinière ne sont pas attaquées par le champignon ; il serait bon aussi de rechercher, parmi les nombreuses variétés que l'on peut obtenir de semis, celles qui offrent le plus de résistance au parasite, et de les propager exclusivement.

» Il n'y a qu'un seul moyen curatif, c'est l'élagage des rameaux atteints pratiqué à temps, car, lorsque le champignon a pénétré dans l'intérieur du tronc, il est évident que la taille elle-même devient illusoire. Il faut couper les branches à quelque distance au-dessous de la tache brune de l'écorce dont la limite s'aperçoit facilement et que caractérise encore la présence des ponctuations noires des conceptacles.

» La maladie des Platanes est plus grave qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, et elle doit faire craindre, dans certaines régions, qu'on ne soit obligé de renoncer à l'emploi de ce bel arbre d'alignement. »

BOTANIQUE. — *Sur les espèces végétales exotiques des environs immédiats de Béziers (Hérault).* Note de M. P. Carles. (Extrait.)

« La flore exotique du département de l'Hérault a été étudiée par divers botanistes, dans de nombreuses localités.... Dans toutes, il existait ou il existe des centres industriels, auxquels elles doivent une longue liste de plantes exotiques.

» Tel n'est pas le cas de Béziers. Ville d'exportation de vins, elle est à peu près dépourvue d'industrie pouvant introduire des espèces végétales nouvelles. Les tanneries ne paraissent guère avoir contribué à augmenter la flore adventice de notre région, pas plus que les Ovidés amenés sur les marchés en grand nombre. Quant aux graines emportées dans nos semences, il ne faut aucunement en tenir compte, la culture de la vigne prenant et absorbant tout.

» Nous ne pouvons donc que constater la pénurie d'espèces étrangères que nous trouvons dans notre région; celles qui viennent aux environs de Béziers proviennent de semences ou échappées de jardins, ou amenées par les eaux de l'Orb de la région de Bedarieux, ou bien encore des fumures faites avec les gadoues de la ville. Le ballast des chemins de fer, les bords du canal du Midi, les environs de propriétés où ont été faites d'anciennes cultures, peuvent donner quelques espèces.

» Si l'on considère la florule adventice des environs immédiats de Béziers, on voit qu'on peut la classer en trois séries :

» 1° Espèces qui ne viennent qu'incidemment, qui n'ont qu'une génération et disparaissent ensuite.

» Parmi elles se trouvent la Pensée (*Viola tricolor* L.), le Pied d'alouette (*Delphinium consolida* L.), le Pavot (*Papaver somniferum* L.), la Rose trémière (*Althœa rosea* Cav.), le *Petunia violacea* Lindl., le *Tanacetum vulgare* L., échappés de jardins et qui ne se trouvent qu'aux bords des propriétés dont ils ont franchi la clôture. L'*Iris germanica* L., dont on jette parfois les rhizomes; le Chanvre qui vient dans les vignes fumées avec les gadoues de la ville, le Sarrazin que l'on rencontre autour des fermes où l'on nourrit la volaille avec cette graine, sont à classer dans cette catégorie, dans laquelle on peut introduire également le *Triticum villosum* et deux plantes qui furent autrefois cultivées dans la région et qui n'ont pu se naturaliser : ce sont la Garance et la Cardère. Le *Tubia tinctorum* L. ne se rencontrait guère ces dernières années qu'à Serignan-Valras et sous les remparts de la ville, près le ruisseau de Bagnols et les tanneries; il en a disparu depuis. Le Chardon à foulon (*Dipsacus fullonum* Mill.) a disparu complètement de notre flore.

» 2° Espèces qui, si elles ne sont pas naturalisées, pourraient parfaitement le devenir.

» Ces plantes ne se retrouvent guère qu'à certaines expositions et dans certains endroits où elles ont été apportées ; elles se maintiennent très bien, se multiplient, sans trop s'écarter du centre d'apparition.

» Parmi elles citons : l'*Estcholtzia californica* Cham. qui tend à s'échapper d'un jardin des environs de Vendres, le *Centranthus ruber* D. C. appelé lilas d'Espagne, cultivé dans les jardins et qui se multiplie très bien près de Bassan; le *Tagetes erecta* croît dans la plaine près de la route de Seugnan; l'*Acanthus mollis* vient aux expositions chaudes; sa multiplication naturelle par graines est certaine, sa naturalisation, par conséquent, parfaite, mais limitée aux seuls endroits où il croît : Beauséjour, où il a été depuis longtemps observé par M. L. Seguy, et Vendres, où Braun et Theveneau le signalèrent; le *Lippia chamædrifolia* Stead, originaire du Brésil, se multiplie abondamment près de la Dragonne.

» Il semble que nous devions ranger aussi à côté des espèces précédentes, le *Thalictrum expansum* Jord. obs. frag. V. p. 6; *Th. pubescens* D. C. non Schleich; *Th. fœtidum* Gn. non L. Ce pigamou ne paraît qu'à un seul endroit dans tout l'arrondissement : ce sont les abords de la propriété de la Dragonne, où il fut signalé par M. D. Clos (in. *Bul. Soc. Bot. de France,* 1862, session de Béziers) sous l'indication des Cotes de Beyssan. « Un *Thalictrum* voisin du *Th. minus,* s'il en diffère », disait M. Clos. Comme cette espèce est très cantonnée, qu'on ne la trouve à aucun autre endroit et qu'elle voisine un vaste parc d'où elle est sortie, à notre avis, nous ne pouvons la considérer comme indigène dans la partie méridionale de l'arrondissement de Béziers.

» 3° Espèces franchement naturalisées.

» Les plantes de cette catégorie sont acquises aujourd'hui à notre flore. Certaines d'entre elles, comme l'*Erigeron canadense* L., sont naturalisées dans toute l'Europe, le *Xanthium spinosum* L., le *Xanthium macrocarpum* D. C., croissent dans tout le midi de la France; l'*Amarantus albus* L., comme les espèces précédentes d'origine américaine, est répandu dans toutes les vignes de la région chaude du département où on l'appelle *ermol;* en revanche, il est très rare dans la région froide.

» L'*Œnothera biennis* L., plante introduite, d'après Linné, en 1614, dans un jardin d'Italie, a envahi l'Europe jusqu'aux frontières de l'Asie et y est partout naturalisé aux bords des rivières. A Béziers, cette espèce n'est pas excessivement commune et se retrouve çà et là sur les bords de l'Orb. Une plante qui vient également sur les bords de la rivière, mais en abondance, est le *Chenopodium ambrosioides* L. qui provient d'anciennes cultures. Le *Panicum digitaria* Loret, qui fut d'abord observé à Bordeaux, se multiplie dans le bassin inférieur de l'Orb. Il doit provenir de graines portées par les inondations, car M. le Dr Martin l'avait signalé à Bédarieux. L'*Eruca sativa* Lam. form. *permixta* Jord. (*Diagn.,* p. 193, *Saltem quoad locum,* Béziers) abonde sous les prisons et est complètement naturalisée depuis longtemps. Le *Sysimbrium nanum* D. C. qui, avant 1860, n'avait été observé qu'en Algérie, Tunisie,

Grèce, Géorgie caucasienne, est naturalisé sur les sables situés entre l'embouchure de l'Hérault et de l'Aude.

» A côté de ces espèces, il convient d'en citer deux qui sont aquatiques et qui sont, par cela même, moins sujettes aux variations de la température. Ce sont la *Jussiœa grandiflora* Michx. et l'*Azolla filiculoides* qui envahit tous les canaux, tous les fossés des environs de Roquehaute et qu'on n'avait guère vu encore dans l'Hérault qu'aux environs de Montpellier.

» Telle est, actuellement, la liste des espèces exotiques observées en plein champ dans la région du Biterrois, région qui constitue une vaste surface du Bas-Languedoc. »

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie du pays de l'Oubangui au Tchad.* Note de M. LACOIN, présentée par M. Henri Moissan.

« Détaché à la mission d'occupation des territoires militaires du Tchad en 1900-1902, j'ai été chargé par le lieutenant-colonel Destenave de noter dans les pays parcourus ce qui pouvait paraître intéressant au point de vue géologique.

» Une collection de plus de deux cents échantillons de roches a ainsi été rapportée au laboratoire de la Sorbonne, où la détermination en a été faite par M. L. Gentil.

» Voici les principaux résultats de ces études, que complètent une carte au $\frac{1}{500000}$ et un rapport d'ensemble :

» La zone de terrain, fort étroite, sur laquelle portent mes observations commence sur l'Oubangui, par le 3e degré de latitude N., pour se terminer vers le 14e, à Bir-Alali, point extrême de notre occupation. Dans cette zone je distinguerai quatre régions : I. OUBANGUI; II. KEMO-NANA; III. GRIBINGUI et CHARI ; IV. KANEM et TCHAD.

» I. *Région de l'Oubangui.* — Dans cette région qui, pour nous, se trouvait limitée au confluent de la Kandjia (17°50' long. E., carte Schrader), on trouve, en dehors de roches siliceuses et de diabases, plusieurs gisements de calcaires.

» Les *roches siliceuses* constituent l'îlot de Batanga, par 3°45' latitude N. (roche jaspoïde brun clair particulièrement dure); la puissante muraille de Bangui, par 4°20' (quartzite ou quartz de filon); la falaise de Sitongo, par 4°38' (quartzite surmontant un grès friable qui n'est peut-être qu'une granulite décomposée). Ce sont encore des quartzites et des schistes très siliceux qui semblent dominer dans la région du confluent de la Kandjia.

» La *diabase* constitue les rapides de Zinga (3°46'); elle y passe parfois à une

variété vert clair particulièrement riche en chlorite. C'est encore elle qui constitue les rapides de l'Éléphant, couvrant vers 4°45′ une bande de plusieurs kilomètres de largeur. Quant aux rapides de Bali et de Longo (4°30′), ils sont faits d'un schiste argilo-siliceux à quartz granitique, qui présente des reflets irisés.

» Le *calcaire* apparaît en deux points distincts, à l'époque seulement des eaux les plus basses :

» 1° Par 3°15′, rive de l'État indépendant, ce sont deux beaux calcaires, l'un blanc d'origine lacustre, l'autre noir, compact, très pur, présentant de petits cristaux de calcite et rappelant assez à l'œil nu le calcaire dinantien de Sablé. M. Munier-Chalmas, qui a bien voulu examiner les échantillons recueillis, a l'intention d'en faire lui-même l'étude microscopique.

» 2° Par 5°5′, rive française, à 10^{km} environ en amont de Fort-de-Possel, c'est un calcaire marmoréen à demi translucide, qu'interrompent des surfaces micacées. A 20^{km} en amont de Fort-de-Possel, ce calcaire marmoréen passe à un véritable calschiste. La roche morphisante est un quartz de filon qui forme un gros rocher, dans le fleuve, au pied même de la Mission catholique de la Sainte-Famille.

» II. *Région Kemo-Nana.* — Dans la région qui sépare l'Oubangui du Gribingui et qu'arrosent la Kémo et la Nana, on ne rencontre plus ni calcaire, ni diabase. Ce qui domine, c'est le gneiss. Souvent recouvert de roches siliceuses et toujours de formations alluviales, le gneiss apparaît au fond du lit de tous les ruisseaux. Coupé parfois de bandes éruptives, il constitue le substratum de tout le pays, qui va du 5e au 7e parallèle.

» Ce *gneiss* présente des aspects très divers. Le plus souvent très riche en mica noir, il devient, dans certaines parties du mont Bandéro (Fort Crampel, 7° lat. N.), riche surtout en pyroxène; dans d'autres, il offre des masses cristallines arrondies de feldspath rose et d'amphibole, qui lui donnent un aspect porphyroïde. Au mont Singam (6°12′, 17°25′), c'est un gneiss tout à fait spécial, gris clair, complètement granulitisé et très fissile suivant les surfaces où est localisé le mica.

» Les *roches siliceuses* (quartzites et grès micacés principalement) couvrent de leurs surfaces faiblement inclinées toute la rive droite de la basse Nana. Un degré plus à l'est, sur l'une et l'autre rive de la rivière Ouaka, ce sont encore des quartzites et des grès qui constituent le Kaga Goué, le Kaga Banga et le Kaga M'Bré. Quant au Kaga Bayéré, il serait fait d'une granulite à microcline (observations du capitaine Truffert).

» En fait de bandes éruptives, je puis en signaler trois principales : 1° par 5°47′ aux rapides de la Tomi, situés à 2^{km} au nord de Fort Sibut, c'est une belle diorite quartzifère; 2° par 6°, c'est un granit très franc qui coupe la Kémo, en formant deux barrages distants de 1^{km}, traverse ensuite le Brouirou et va longer toute la vallée de la Bamba; 3° enfin, par 6°20′ environ, à 2^{km} au sud du petit poste de Dekoa, le granit paraît encore.

» III. *Région Gribingui-Chari.* — En descendant le Chari et dès 7°10′, le gneiss cesse de se montrer pour laisser place à des roches presque uniquement siliceuses, que traversent de puissants filons de quartz. Les petits rapides près le confluent de la Bassa, les rapides du Gribingui en amont de Finda, comme aussi les rapides du Chari en aval du petit poste de l'Irina, sont constitués par les variétés les plus résistantes de ces roches quartziteuses.

» Quant aux *roches éruptives*, elles ne forment pas de barrage sur le fleuve. A Finda se trouve en blocs isolés une diabase ophitique fort compacte, mais elle présente très peu de résistance aux agents atmosphériques.

» Dans la région de Niellim, le granite perce les alluvions pour s'élever à plus de 100^m de hauteur. Il présente deux variétés très distinctes : granite normal gris clair de Togbao et grosse pegmatite rose de Niellim. C'est au feldspath de cette pegmatite qu'est due la teinte rosée des collines de Niellim, telles qu'on les voit du fleuve.

» En aval du massif granitique de Niellim, la plaine du Chari ne présente que des alluvions terreuses ou sableuses. En amont de ce massif, on rencontre très souvent des poches profondes d'une argile grise impure et surtout des *bancs horizontaux ferrugineux*. Ces bancs sont situés à une hauteur très variable au-dessus des eaux actuelles du fleuve : 20^m dans le voisinage de l'Irina, 10^m aux environs de Finda. Dans la région Kémo-Nana, ils sont plus proches du fond des cours d'eau. Sur l'Oubangui (région aval de Bangui jusqu'à Zinga et bloc rocheux de Liranga), ils sont plus bas encore et vont sans doute plonger sous les sables et les vases du moyen Congo. Ils correspondent à d'anciennes formations alluviales, dont les masses (siliceuses, argileuses et micacées) se sont accumulées en de vastes nappes horizontales, ont été asséchées, puis ont subi l'action des phénomènes d'infiltration.

» IV. *Hadjer el Hamis. Kanem et Tchad.* — L'Hadjer el Hamis, dyke isolé au milieu des sables du bas Chari, dresse ses cinq pitons de rhyolite dans le voisinage immédiat du Tchad. Le plus haut de ces pitons mesure tout au plus 100^m de relief; les autres, complètement inaccessibles, présentent dans leur partie supérieure, dressée verticalement, un aspect caractéristique de tuyaux d'orgue. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les poisons de l'organisme et la gestation (Éclampsie).* Note de MM. **Charrin** et **Roché**, présentée par M. Bouchard.

« Les modifications que provoque la gestation s'accompagnent d'une augmentation des poisons de l'organisme. Quand, en effet, à plusieurs lapins et dans des conditions identiques, on injecte par voie intra-veineuse les produits nuisibles contenus dans 15^g à 19^g (en rapportant au kilogramme le volume introduit) de parenchyme hépatique, suivant que la femelle qui fournit le foie est normale ou près du terme, on observe la survie ou la mort [1]. La genèse de cette augmentation de toxicité est complexe.

» Tout d'abord, après Andral et Gavarret nous avons reconnu que, chez les femmes enceintes, les oxydations diminuent ; de plus, avec M. Guille-

[1] Naturellement, suivant les cas, ces chiffres varient; mais, en général, les résultats sont dans le même sens; Valdagni a indiqué des différences de $\frac{2}{3}$.

monat, au lieu des moyennes 0,91 et 0,76 enregistrées hors de la grossesse mais dans de semblables conditions d'existence, souvent nous avons vu, chez ces femmes enceintes, l'urée baisser, $\frac{Az.u}{Az.t}$ fléchir à 0,85, $\frac{C}{Az}$ correspondre à 0,81 et l'alcalinité du sang s'amoindrir légèrement. Assurément, ces différences sont faibles; toutefois, la gestation constitue un phénomène physiologique et seuls des processus pathologiques déterminent des écarts considérables. Quoi qu'il en soit, grâce à ce ralentissement des échanges, bien des substances ne parviennent pas, par exemple, jusqu'à la phase de l'urée et s'arrêtent à l'état de ces composés plus toxiques englobés dans le groupe des matières dites extractives.

» En dehors des déchets de sa propre désassimilation, l'économie maternelle reçoit aussi, du moins partiellement, ceux des tissus fœtaux et placentaires. Or, en dépit de leur habituelle stérilité, plus encore en cas de maladie, ces tissus fœtaux renferment parfois assez de poisons pour que l'injection de l'extrait de 12^g à 17^g d'un mélange de viscères (foie, reins, poumons de petits lapins ou cobayes à terme) détermine des accidents mortels. Quant au placenta, il est pauvre en éléments offensifs; pour provoquer de graves désordres, nous avons dû, avec Delamare, faire pénétrer les produits renfermés dans 28^g ou 32^g de cet organe ([1]). En revanche, des expériences poursuivies avec M. Le Play montrent quel accroissement de toxicité humorale et quelles lésions variées ([2]) font naître des obstacles opposés au cours des fèces ou des injections, après tyndallisation, du contenu de l'iléon. Or, chacun sait que, pendant la gestation, la constipation est fréquente, souvent opiniâtre.

» A cette période, loin de compenser cet accroissement de poisons, l'élimination et la fonction antitoxique, par leurs défectuosités, aggravent cette auto-intoxication. Cette constipation réduit l'émonction qui s'opère par l'intestin. D'autre part, l'albuminurie est commune; même en son

---

([1]) Avec M. Guillemonat, nous avons, au niveau du placenta, décelé des ferments, avant tout protéolytiques; bien qu'ils nous paraissent empruntés au sang, ces ferments n'en sont pas moins retenus, comme la papaïne par la fibrine dans l'expérience de Wurtz, par l'importante masse éminemment protéique du délivre et fixés sur le passage des aliments allant au fœtus, aliments dont ils peuvent achever l'élaboration.

([2]) En dehors des lésions du squelette étudiées par Spillmann, notons des altérations du foie, des reins, une hypertrophie cardiaque, des hémorragies, des tares du sang (diminution du fer, de l'hémoglobine, etc.).

absence (donnée importante en pratique), la cryoscopie permet parfois de soupçonner des troubles rénaux. De plus, le ralentissement de CO^2 exhalé restreint la sortie des corps volatiles; en se pigmentant et quoiqu'on ait signalé une augmentation de toxicité de la sueur des gestantes, la peau semble se moins aisément prêter aux excrétions; enfin, la suppression tant de l'émonctoire menstruel que du fonctionnement, à titre de glande interne, de l'appareil utéro-ovarien vicie l'élimination ou la destruction des composés nuisibles.

» A ce dernier point de vue le mal vient surtout de l'affaiblissement de la fonction antitoxique de la glande biliaire. Une même quantité d'une même solution (0^{mg}, 5 par centimètre cube) de nicotine soumise à l'action d'un poids donné de cette glande tue environ au bout d'une journée, si le foie utilisé provient d'une femelle normale; en revanche, la mort a lieu dès la neuvième heure, lorsque ce foie riche en graisse est emprunté à une lapine prête à mettre bas (1). Ajoutons que l'exagération des putréfactions digestives, jointe à la rétention relative des produits de ces putréfactions, ne peut qu'amoindrir le rôle antitoxique de la muqueuse intestinale, véritable glande étalée; remarquons, en outre, que, durant la grossesse, d'autres organes réputés propres à modifier des principes nuisibles, tels que les capsules surrénales, le corps thyroïde (2), subissent aussi des changements.

» Quoi qu'il en soit, au cours de la gestation, les poisons de l'organisme augmentent par excès de production, par défaut d'élimination et de destruction. Dès lors, on conçoit facilement comment de telles conditions préparent le développement de l'éclampsie, d'autant plus que, d'après nos recherches, le système nerveux des gestantes, sans doute à cause de sa déminéralisation, est plus sensible aux principes toxiques, spécialement à la strychnine. En outre, cette analyse des faits, en révélant la multiplicité

---

(1) Viola a constaté des différences plus marquées, différences que nous attribuons à ce que la graisse, qui n'est nullement antitoxique, se substitue à une partie du protoplasma hépatique.

(2) On est mal fixé sur la valeur des modifications des capsules surrénales, modifications intéressantes en particulier en raison des variations de la pression vasculaire durant les crises d'éclampsie. Avec M. Moussu, nous avons établi que l'ablation de l'appareil thyroïdien facilite la genèse des phénomènes éclamptiques; néanmoins, la signification de ces changements demande à être élucidée. Peut-être et pour une part, la congestion de ce viscère combat-elle la bradytrophie?

des sources des composés nuisibles, explique la diversité des allures cliniques (éclampsie hépatique, rénale, intestinale, cutanée, thyroïdienne, etc.). L'auto-intoxication, en général, demeure latente; mais une élaboration dépassant toute mesure, une défense par trop affaiblie [1], font éclater le mal. Ajoutons qu'on met en évidence la présence des poisons en reproduisant, grâce à des injections de sang retiré à des éclamptiques, les symptômes et les lésions de cette auto-intoxication; beaucoup plus aisément que des alcaloïdes ou des minéraux, ces poisons, en vertu de leurs origines cellulaires, peuvent faire naître des anticorps, dont, avec M. Moussu, nous poursuivons la formation. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Les résultats de la Photothérapie et la technique de son application dans le lupus.* Note de M. **Finsen**, présentée par M. Lannelongue.

« La gravité du lupus tuberculeux est liée à sa localisation à la face, qui soustrait les malades à toute vie normale. Depuis l'invention de la Photothérapie, aucune autre forme de tuberculose n'est devenue aussi curable.

» La statistique qui a été recueillie à l'Institut Finsen, à Copenhague, de novembre 1895 jusqu'au 1er janvier 1902, porte sur 804 cas. Tous les lupiques qui se sont présentés à l'Institut sont compris dans cette statistique. Deux ou trois malades seulement, atteints de lésions effroyables des muqueuses, n'ont pas été soignés.

» Au 1er octobre 1902, l'état des malades était le suivant :

1. Guéris	412
a. Sans récidive après 2 à 6 ans	124
b. Temps d'observation inférieur à 2 ans	288
2. Guérison à peu près complète avec vestiges presque insignifiants de maladie	192
3. Encore en traitement	117
a. Amélioration manifeste ou guérison partielle	91
b. Amélioration insignifiante ou passagère	26

(1) Le foie, par exemple, de par ses fonctions, attire les éléments nuisibles; comme, dans ces conditions, ces éléments sont très abondants, à leur contact cet organe peut s'altérer et cette altération retentir secondairement.

4. Traitement interrompu (cure incomplète) 83
  a. Parce que les résultats obtenus n'étaient pas jugés satisfaisants.................................... 16
  b. Parce que les malades sont morts (31) ou souffraient d'une autre maladie grave (13).................... 44
  c. Pour des raisons étrangères 23

» En retranchant du total les groupes 4 *b* et 4 *c*, restent 737 cas. Sur ce chiffre, les groupes 3 *b* et 4 *a* doivent être considérés comme défavorables. Il reste 695 cas, soit 94 pour 100, qui sont favorablement influencés par la Photothérapie.

» Tous ces cas n'arriveront pas à guérison complète et définitive. Il en est ainsi d'un certain nombre de cas compris dans le groupe 3 *a*.

» Mais on doit ajouter qu'une telle statistique comprend les cas les plus mauvais, et que parmi les guéris il y a des malades, chez lesquels le lupus datait de 30 et 50 ans. Pour les lupus récents, les résultats du traitement sont tels qu'on peut compter sur une guérison définitive, sauf dans des cas particulièrement malheureux. Et les cas invétérés disparaîtront du Danemark, tous les cas de lupus étant maintenant reconnus et traités d'une manière précoce.

» La technique de la Photothérapie a une excessive importance, et l'on ne peut obtenir de résultats si l'on n'y prête une extrême attention. Le traitement était fait autrefois, à l'Institut Finsen, au moyen de la lampe à arc de 40 ampères; depuis qu'on emploie des lampes de 60-80 ampères, la rapidité du traitement a presque triplé. En outre, il convient d'ajouter que les cas traités par une lumière faible, puis par une lumière forte guérissent, toutes proportions gardées, moins vite que ceux traités d'emblée par une lumière forte, en raison du développement du pigment qui arrête les rayons chimiques. Il est, pour la même raison, nécessaire de faire, dans tous les cas, des séances longues.

» Un point auquel on ne saurait attacher trop d'importance est la nécessité d'obtenir en grand nombre des rayons qui pénètrent profondément les tissus. Les appareils dans lesquels on ne fait pas de concentration de lumière ne produisent pas de rayons pénétrants en quantité suffisante. J'ai fait des expériences comparatives en projetant les rayons fournis par les appareils de la Photothérapie sur des oreilles de lapin superposées de l'autre côté desquelles on dispose un papier au chlorure d'argent. Les appareils à haut ampérage employés à l'institut Finsen permettent de traverser les trois oreilles en 20 ou 25 secondes, tandis que les meilleurs des autres appareils exigent 4 ou 5 minutes.

» Les appareils dans lesquels on emploie des électrodes en fer et qui produisent un très grand nombre de rayons ultra-violets ne donnent pas de rayons pénétrants et ne peuvent convenir à la cure du lupus ([1]).

([1]) J'ai établi récemment avec mon assistant, le Dr Reyn, un appareil concentrateur,

» Pour terminer, j'insisterai sur la nécessité absolue, pour le médecin, de surveiller l'application du traitement, d'apporter le plus grand soin à l'état des lampes et des appareils; c'est le seul moyen d'éviter les causes d'erreur et de déception. »

M. C. **Béis** adresse, par l'entremise de M. Haller, une Note relative à l' « Action des composés organomagnésiens mixtes sur les amides ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 juin 1903.

L'aluminium, ses propriétés, ses applications, par P. Moissonnier. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Moissan.)

Flore de France ou Description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine, par G. Rouy, J. Foucaud et G. Camus, continué par G. Rouy; t. VIII. Asnières, G. Rouy; Paris, les fils d'Émile Deyrolle, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Comité des Compagnies d'assurances à primes fixes sur la vie : Compagnies d'Assurances générales, Union, Nationale. *Tables de Mortalité*, 1900, *des rentiers assurés en cas de vie*, établies par le Comité des trois Compagnies. Paris, imp. Maulde, Doumenc et Cie, 1902; 1 vol. in-4°.

Rapport sur les travaux : 1° du Conseil central d'hygiène publique et de salubrité de la ville de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 2° des conseils d'hygiène des arrondissements; 3° des médecins des épidémies, etc., pendant l'année 1902 *et le premier trimestre de l'année* 1903. Nantes, 1903; 1 vol. in-8°.

La Vie normale, journal d'études psychologiques, fondé et publié par le Dr Paul Valentin; 1re année, numéro-programme, mai 1903. Paris; 1 fasc. in-8°.

La Tribune médicale; série nouvelle, n° 1, 13 juin 1903. Paris; 1 fasc. in-4°.

---

dans lequel le courant n'est que de 20 ampères, qui permet de ne traiter qu'un malade à la fois et donne une lumière d'une intensité égale ou presque égale à celle des grands appareils qui ont été les premiers employés dans mon Institut.

Einleitung zu den Vorlesungen über theoretische Physik von H. von Helmholtz herausgegeb. v. Arthur König und Carl Runge; mit 4 Figuren im Text und 1 Porträt. Leipzig, Johann-Ambrosius Barth, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de Mme Ellen von Siemens.)

The Wellcome physiological research laboratories, founded 1894; Walter Dowson, Director. Londres, 1 fasc. in-8°.

The hydroida of the Pacific coast of North America, by Harry Beal Torrey. (University of California publications : *Zoology;* vol. I, p. 1-104, november 1902.) 1 fasc. in-8°.

Descriptions of two new Leeches from Porto Rico, by J. Perry Moore. (Extr. de *U. S. Fish Commission Bul. for* 1900; vol. II.) Washington, 1901; 1 fasc. in-4°.

A study of the chromosomes of the germ cells of Metazoa, by Thomas-H. Montgomery. (Extr. des *Transactions of american philosophical Society,* vol. XX.) 1 fasc. in-4°.

From Steelton to Mandalay, 1902 : *The Pennsylvania steel Company.* Steelton, Penn. (États-Unis); 1 fasc. in-12 oblong.

Report of the astronomer royal to the board of visitors of the royal Observatory, Greenwich; read at the annual visitation of the royal Observatory, 1903 june 6. 1 fasc. in-4°.

Geological literature added to the geological Society library during the year ended december 31st, 1902. Londres, 1903; 1 vol. in-8°.

Annuario da Universidade de Coimbra, anno lectivo de 1902-1903. Coïmbre, 1902; 1 vol. in-8°.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences; vol. XI (Centennial Volume), part 1. New-Haven, 1901-1903; 1 vol. in-8°.

Abhandlungen der königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften, aus dem Jahre 1902. Berlin; 1 vol. in-4°.

Sitzungsberichte der königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften; 1. Januar 1903 bis 24. April 1903. Berlin; 13 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 juin 1903.

Société nationale d'Agriculture de France. *Rapport sur les Cartes agronomiques,* fait par M. Adolphe Carnot, au nom d'une Commission spéciale. Paris, typ. Chamerot et Renouard, 1892; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Cartes agronomiques et Musées cantonaux, par Adolphe Carnot. (Extr. de l'*Annuaire de l'Association normande,* année 1903.) Caen, Henri Delesques, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Analyses de bronzes anciens du département de la Charente : Collection de M. Gustave Chauvet, par MM. Louis Chassaigne et Gustave Chauvet. Ruffec, imp. L. Picat, 1903; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Carnot. Hommage des auteurs.)

Les instruments de précision : Conférence faite au Conservatoire des Arts et Métiers, le 15 mars 1903, par M. d'Ocagne. Paris, 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Les Champignons vénéneux de France et d'Europe, à l'école primaire et dans la famille, en six leçons, par Octave Grosjean. Chez l'auteur, à Saint-Hilaire, par Roulans (Doubs), 1903; 1 fasc. in-8° et 1 tableau h. t.

Notice sur les travaux scientifiques de M. H. Fischer. Paris, imp. Lahure, 1902; 1 fasc. in-4°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; vol. III de la 8e série, 1902. Nantes, 1903; 1 vol. in-8°.

Ornis: Bulletin du Comité ornithologique international; t. XII (1902-1903), n° 1. Paris, Masson et Cie, juin 1903; 1 fasc. in-8°.

Centenaire de l'Université impériale de Jourief (1802-1902). *L'Université de Jourief pendant les cent ans de son existence;* t. I, 1re *et* 2e *période* (1802-1865), par E.-V. Piétoukhof. Jourief, 1902; 1 vol. in-8°. (En langue russe.)

Tableaux statistiques et listes du personnel de l'Université impériale de Jourief (1802-1901). Jourief, 1902; 1 vol. in-8°. (En langue russe.)

Dictionnaire biographique de l'Université impériale de Jourief pendant les cent ans de son existence (1802-1902); t. I, par G.-V. Lévitskof. Jourief, 1902; 1 vol. in-8°. (En langue russe.)

Vistas de los monumentos a lo largo de la linea divisoria entre Mexico y los Estados Unidos de el Paso al Pacifico, tomadas, por parte de Mexico, bajo la direccion del ingeniero Jacobo Blanco, jefe de la Seccion mexicana de la Comision internacional de limites que restablecio los monumentos en los anos de 1892 *a* 1895; vol. III. 1 vol. in-8° oblong.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUIN 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Recherches sur les piles à un liquide et à deux liquides. Vérifications.* Note de M. BERTHELOT.

« Les éléments de piles électriques peuvent être constitués par la réaction d'un ou plusieurs liquides, exercée entre eux et sur les deux électrodes de métaux identiques, ou différents, qui constituent les pôles de ces éléments. Entre les forces électromotrices des divers éléments renfermant des liquides ou des électrodes, soit divers, soit identiques, il existe certaines relations générales, prévues d'après les lois connues de l'électricité; ou bien encore d'après certaines hypothèses plus ou moins certaines, relations vérifiables par l'expérimentation. Réciproquement, cette dernière peut servir à contrôler l'exactitude des mesures de potentiel et de force électromotrice, exécutées avec de semblables éléments de pile. Les observations contenues dans la présente Note peuvent être interprétées à ce double point de vue. Elles ont porté sur des éléments de pile à un liquide et à deux liquides, avec électrodes métalliques tantôt identiques aux deux pôles, tantôt dissemblables.

» Il s'agit d'ailleurs de mesures exécutées dès que l'équilibre, attribuable à l'imbibition, et plus généralement à un régime initial régulier, a été établi; avant qu'aucune perturbation notable, attribuable soit à la polarisation, soit à l'altération des métaux, soit au mélange progressif des liquides au travers de la paroi des vases poreux, ait eu le temps de se manifester.

I.

» Soit d'abord un élément de pile renfermant un liquide unique, c'est-à-dire un électrolyte dissous dans l'eau, tel que l'acide sulfurique,

l'acide borique, la soude; les chlorures de sodium, de potassium, de zinc; les sulfates de potassium, de sodium, de zinc, de cuivre; ou bien encore un liquide unique renfermant un mélange unique de deux électrolytes, tels que sulfate de zinc et chlorure de potassium ou de sodium, chlorure de sodium et sulfate de potasse ou de zinc, etc.

» Étant donné un élément de pile de ce genre, renfermant le liquide A, et terminé par deux électrodes de métaux différents, M et M'; si l'on joint les deux électrodes par un fil métallique ([1]), il y aura, en général, un courant, déterminé par une certaine force électromotrice, qui répondra à la somme des potentiels existant aux trois contacts suivants :

$$\overline{\mathrm{AM}} - \overline{\mathrm{AM'}} + \overline{\mathrm{MM'}}.$$

» Si les deux électrodes sont constituées par un même métal, MM' est nul, ainsi que la somme MA + AM'; à moins que le métal des deux électrodes ne présente pas le même état moléculaire, ou soit inégalement polarisé.

» Envisageons maintenant trois métaux différents, M, M', M'', tels que zinc, cuivre, platine; nous pouvons former trois éléments de pile distincts, avec un même liquide, en prenant pour les deux électrodes les groupements suivants :

$$\mathrm{MAM'},\quad \mathrm{MAM''},\quad \mathrm{M'AM''}.$$

» Or, il existe une relation fort simple entre les forces électromotrices de ces trois couples, l'un quelconque pouvant être calculé au moyen des deux autres; car la force de l'élément MAM'' est égale à la somme de celles des éléments MAM' et M'AM'', comme le montre l'équation suivante, où chaque circuit est supposé fermé :

$$\begin{array}{ll} \left[\overline{\mathrm{MA}} + \overline{\mathrm{AM'}} + \overline{\mathrm{MM'}}\right] & \text{(premier élément)}, \\ + \left[\overline{\mathrm{M'A}} + \overline{\mathrm{AM''}} + \overline{\mathrm{M'M''}}\right] & \text{(deuxième élément)}, \\ = \left[\overline{\mathrm{MA}} + \overline{\mathrm{AM''}} + \overline{\mathrm{MM''}}\right] & \text{(troisième élément)}. \end{array}$$

» Cette équation peut être d'ailleurs décomposée en deux : l'une, relative aux contacts entre métaux, $\Sigma\overline{\mathrm{MM'}}$, est conforme à la loi de Volta; l'autre concernant les contacts entre métal et liquides, $\Sigma\overline{\mathrm{MA}}$; chacune de

([1]) On sait que, d'après les lois connues, la différence électrique $\overline{\mathrm{MM'}}$, dans une chaîne renfermant plus de deux métaux, ne dépend que des métaux extrêmes.

ces deux sommes séparément ayant une valeur déterminée dans toute comparaison de ce genre.

» Cette relation offre une grande importance expérimentale; car elle permet de vérifier l'exactitude des mesures des forces électromotrices et d'en constater le degré de précision, ainsi que les écarts susceptibles de résulter de la polarisation plus ou moins rapide des électrodes. On possède ainsi un contrôle aussi certain que celui résultant de l'emploi des électrodes impolarisables.

» Voici mes observations :

	SO^4H^2.	BO^3H^3.	KCl.	NaCl.	$ZnCl^2$ (10^l).	$ZnCl^2$ (20^l).
ZnCu.	1,06 (Cu +)	1,04 (Cu +)	0,88 (Cu +)	0,87 (Cu +)	0,96 (Cu +)	0,90
CuPt..	0,57 (Pt +)	0,37 (Pt +)	0,24 (Pt +)	0,46 (Pt +)	0,41 (Pt +)	0,36
ZnPt..	1,61 (Pt +)	1,41 (Pt +)	1,14 (Pt +)	1,37 (Pt +)	1,38 (Pt +)	1,23

	SO^4Na^2.	SO^4K^2 (10^l).	SO^4K^2 (20^l).	SO^4Zn.
ZnCu...	1,03 (Cu +)	1,00 (Cu +)	1,03 (Cu +)	1,03 (Cu +)
CuPt...	0,18 (Pt +)	0,32 (Pt +)	0,28 (Pt +)	0,43 (Pt +)
ZnPt...	1,20 (Pt +)	1,34 (Pt +)	1,35 (Pt +)	1,44 (Pt +)

» Les seuls cas où l'on ait observé des écarts notables sont : le sulfate de cuivre, qui est précipité aussitôt par le zinc, ce qui polarise le métal; et la soude, qui attaque le zinc à la façon, mais en sens électrochimiquement inverse, de l'acide sulfurique.

» On remarquera que les chiffres relatifs aux sels de potassium et de sodium à même ion négatif sont très voisins; et que la dilution de 10^l à 20^l change peu les chiffres relatifs au chlorure de zinc, d'une part, au sulfate de potasse de l'autre.

» Voici maintenant des observations sur des piles à un seul liquide, renfermant un mélange de deux sels :

			$2NaCl + SO^4Zn$.	
	$2KCl + SO^4Na^2$.	$2NaCl + SO^4K^2$.	20^l.	40^l.
ZnCu.....	0,90 (Cu +)	0,90 (Cu +)	0,98 (Cu +)	0,97
CuPt.....	0,32 (Pt +)	0,35 (Pt +)	0,43 (Pt +)	0,36
ZnPt.....	1,20 (Pt +)	1,23 (Pt +)	1,37 (Pt +)	1,33

» Observons que les mélanges ont des forces voisines de la moyenne de celles des composants.

» L'ensemble de ces chiffres peut être considéré comme une démons-

tration de la correction des résultats consignés dans mes Notes précédentes, ainsi que de la méthode employée dans les observations.

» Toutes ces mesures ont été obtenues en présence de l'air.

» Les valeurs mêmes des forces électromotrices sont en relation avec la réaction chimique, réelle ou virtuelle, qui tend à les déterminer. En effet, avec les électrodes zinc-cuivre, les forces obtenues pour l'acide sulfurique et pour les sulfates sont voisines de celles de l'élément Daniell : $1^{volt},11$; lequel répond sensiblement, comme on sait, à la substitution du zinc au cuivre, ces corps étant supposés combinés sous forme de sulfates. En présence de la soude, l'élément à électrodes zinc-cuivre a fourni également une force de $1^{volt},16$.

» Lorsque l'on emploie les chlorures au lieu des sulfates, les forces sont un peu plus faibles, comme il convient d'ailleurs; la chaleur de neutralisation de l'acide chlorhydrique par un même oxyde étant un peu moindre que celle de l'acide sulfurique.

» Au contraire, avec les électrodes zinc-platine, et les mêmes liquides, les forces électromotrices sont supérieures aux précédentes; ce qui s'explique en raison de la moindre chaleur d'oxydation du platine (18^{Cal} par atome d'oxygène environ, c'est-à-dire 9^{Cal} par équivalent) et de la moindre chaleur de neutralisation de l'oxyde, base très faible.

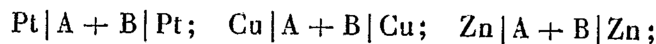
» Pour pouvoir préciser davantage, il faudrait mieux connaître la nature des composés platiniques, tels que chlorures doubles et autres sels qui tendent à se former, et tenir compte des inégalités d'entropie.

» Quoi qu'il en soit, les remarques théoriques précédentes correspondent bien à l'ordre relatif de grandeur des forces électromotrices.

» Si j'insiste sur ces relations, c'est que les forces électromotrices observées avec les piles à un liquide sont en rapport étroit avec les forces électromotrices des piles à deux, ou à un plus grand nombre de liquides.

II.

» Venons aux éléments de pile à deux liquides : A + B. Si nous faisons varier la nature des électrodes, nous devons envisager ici neuf systèmes distincts, savoir : trois où les deux électrodes sont identiques, ce qui n'était pas possible avec les piles à un liquide. Soit dans le cas présent Zn—Zn, Cu — Cu, Pt — Pt, et, dans certaines piles, Hg — Hg; c'est-à-dire


Pt | A + B | Pt;   Cu | A + B | Cu;   Zn | A + B | Zn;

et six systèmes à électrodes différents, en rapport, soit avec A, soit avec B, ce qui fournit trois groupes réciproques :

$$\begin{cases} \mathrm{Pt}|A+B|\mathrm{Cu}; \\ \mathrm{Pt}|B+A|\mathrm{Cu}; \end{cases} \quad \begin{cases} \mathrm{Pt}|A+B|\mathrm{Zn}; \\ \mathrm{Pt}|B+A|\mathrm{Zn}; \end{cases} \quad \begin{cases} \mathrm{Cu}|A+B|\mathrm{Zn}; \\ \mathrm{Cu}|B+A|\mathrm{Zn}. \end{cases}$$

» Dans chacun des éléments de pile dont il s'agit, envisagés séparément et à circuit fermé, avec production d'un courant continu que l'observation constate, il existe une différence électrique entre métaux : $\overline{MM'}$ (différence nulle pour $M = M'$), deux différences électriques entre métal et liquide : $\overline{MA} + \overline{BM'}$, et une différence électrique entre les deux liquides $\overline{AB}$, la force électromotrice est la somme de ces quatre différences.

» Or, nous rencontrons ici tout d'abord une relation générale entre la force électromotrice des éléments de pile ayant deux électrodes métalliques identiques et celle des éléments ayant deux électrodes différentes. Cette relation est la suivante :

» La somme algébrique des forces électromotrices des deux éléments réciproques à pôles métalliques différents (forces généralement de signe contraire)

$$M|A+B|M' \quad \text{et} \quad M'|A+B|M$$

est égale à la somme des forces des deux éléments à pôles identiques, constitués par les deux mêmes métaux

$$M(A+B)M \quad \text{et} \quad M'(A+B)M'.$$

De là résultent trois équations entre les forces électromotrices des neuf systèmes énumérés plus haut.

» Je vais d'abord établir que cette relation est vérifiée par l'expérience; puis je montrerai qu'elle pourrait être déduite de relations admises par la plupart des physiciens entre les forces électromotrices composantes, lesquelles répondent à trois ordres de contact distincts : contact entre métaux, contact entre métaux et liquides, contact entre liquides, contacts divers qui concourent ici. Elle le pourrait, dis-je, si l'addition pure et simple de ces relations n'était pas susceptible d'être révoquée en doute en ce qui touche les contacts de liquides.

» Les mesures que j'ai prises sont trop nombreuses pour être toutes reproduites ici : je me bornerai à citer quelques exemples, bien entendu, en écartant certains cas où il se produit des gaz, des métaux, ou des oxydes précipités.

» Système de deux liquides : $SO^4H^2 + NaOH$.

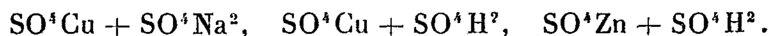
ZnCu : 0,95 (Cu.NaOH+)	CuZn : 1,34 (Cu.SO^4H^2+)...	1,34 − 0,95 = 0,39
ZnZn : 0,23 (SO^4H^2+)	CuCu : 0,15 (SO^4H^2+)......	0,23 + 0,15 = 0,38
ZnPt : 1,15 (Pt.NaOH+)	PtZn : 2,08 (Pt.SO^4H^2+)...	2,08 − 1,15 = 0,93
ZnZn : 0,23 (SO^4H^2+)	PtPt : 0,62 (SO^4H^2+)......	0,62 + 0,23 = 0,85
CuPt : 0,0	PtCu : 0,73 (SO^4H^2+)......	0,73 − 0,0 = 0,73
CuCu : 0,15 (SO^4H^2+)	PtPt : 0,62 (SO^4H^2+)......	0,62 + 0,15 = 0,75

» On voit que, d'après les expériences, la connaissance des trois valeurs ZnZn, CuCu, PtPt suffit pour calculer les trois différences des six autres forces électromotrices, prises deux à deux. Plus généralement, la connaissance de six données détermine les trois autres.

» Système de deux liquides : $SO^4Zn + SO^4Na^2$.

ZnCu : 1,00 (SO^4Na^2+)	CuZn : 1,06 (SO^4Zn+)..	1,06 − 1,00 = 0,06
ZnZn : 0,005 (SO^4Zn+) (puis inversion 0,005 SO^4Na^2+)	CuCu : 0,03 (SO^4Zn+)..	0,03
ZnPt : 1,39 (SO^4Na^2+)	PtZn : 1,55 (SO^4Zn+)..	1,55 − 1,39 = 0,16
ZnZn : 0,0	PtPt : 0,16 (SO^4Zn+)..	 0,16
CuPt : 0,38 (SO^4Na^2+)	PtCu : 0,52 (SO^4Zn+)..	0,52 − 0,38 = 0,14
CuCu : 0,03 (SO^4Zn+)	PtPt : 0,15 (SO^4Zn+)..	0,15 + 0,03 = 0,18

» Mêmes observations exécutées sur les systèmes de type analogue :



$SO^4Cu + SO^4Na^2$, $SO^4Cu + SO^4H^2$, $SO^4Zn + SO^4H^2$.

Soit encore des systèmes de types différents :

» Système : $BO^3H^3 + NaOH$.

ZnCu : 0,83 (NaOH+)	CuZn : 1,46 (B+)........	1,46 − 0,83 = 0,63
ZnZn : 0,37 (B+)	CuCu : 0,28 (B+)........	0,37 + 0,28 = 0,65
ZnPt : 0,98 (NaOH+)	PtZn : 1,79 (B+)........	1,79 − 0,98 = 0,81
ZnZn : 0,37 (B+)	PtPt : 0,43 (B+)........	0,43 + 0,37 = 0,80
CuPt : 0,12 (B+)	PtCu : 0,62 (B+)........	0,62 + 0,12 = 0,74
CuCu : 0,28 (B+)	PtPt : 0,43 (B+)........	0,28 + 0,43 = 0,71

» Système : $SO^4H^2 + BO^3H^3$.

ZnCu : 1,21 (B+)	CuZn : 0,94 (SO^4H^2+).......	1,21 − 0,94 = 0,27
ZnZn : 0,10 (B+)	CuCu : 0,11 (B+)...........	0,10 + 0,11 = 0,21
ZnPt : 1,58 (B+)	PtZn : 1,58 (SO^4H^2+).......	1,58 − 1,58 = 0,0
ZnZn : 0,10 (B+)	PtPt : 0,10 (SO^4H^2+).......	0,10 − 0,10 = 0,0
CuPt : 0,55 (B+)	PtCu : 0,54 (SO^4H^2+).......	0,55 − 0,54 = 0,01
CuCu : 0,11 (B+)	PtPt : 0,10 (SO^4H^2+).......	0,11 − 0,10 = 0,01

» Système : $2\,AmCl + B^2O^7Na^2$ (Am +).

ZnCu : 1,00 (B +)	CuZn : 0,75 (Am +)..........	1,00 — 0,74 = 0,26
ZnZn : 0,31 (B +)	CuCu : 0,02 (Am +)..........	0,31 — 0,02 = 0,29
ZnPt : 1,23 (B +)	PtZn : 1,13 (Am +)..........	1,23 — 1,13 = 0,10
ZnZn : 0,31 (B +)	PtPt : 0,22 (Am +)..........	0,31 — 0,22 = 0,09
CuPt : 0,26 (B +)	PtCu : 0,43 (Am +)..........	0,43 — 0,26 = 0,17
CuCu : 0,02 (B +)	PtPt : 0,22 (Am +)..........	0,22 — 0,02 = 0,20

» Système : $2\,NaCl + B^2O^7Am^2$, réciproque au système précédent.

ZnCu : 0,67 (Am +)	CuZn : 1,12 (Na +)..........	1,12 — 0,67 = 0,45
ZnZn : 0,18 (Na +)	CuCu : 0,11 (Na +)..........	0,21 + 0,18 = 0,39
ZnPt : 1,02 (Am +)	PtZn : 1,59 (Na +)..........	1,59 — 1,02 = 0,57
ZnZn : 0,18 (Na +)	PtPt : 0,33 (Na +)..........	0,33 + 0,18 = 0,51
CuPt : 0,14 (Am +)	PtCu : 0,68 (Na +)..........	0,68 — 0,14 = 0,54
CuCu : 0,21 (Na +)	PtPt : 0,33 (Na +)..........	0,33 + 0,21 = 0,55

» Ces exemples sont trop nombreux et empruntés à des réactions trop différentes pour laisser place au doute.

» Ainsi, nous avons établi la relation empiriquement, de façon à éviter toute discussion théorique.

» Examinons maintenant quelques formules théoriques. Soient les deux liquides, A et B, et les deux métaux, M et M' : les différences électriques mises en jeu, à circuit fermé, dans les quatre éléments de pile que nous comparons sont les suivantes. D'une part, pôles de deux métaux différents :

$$\left[\overline{MM'} + (\overline{MA} + \overline{BM'}) + \overline{AB}_1\right] + \left[\overline{M'M} + (M'A + BM) + \overline{AB}_2\right].$$

» D'autre part, pôles identiques, avec les deux mêmes métaux :

$$\left[\overline{MM} + (\overline{MA} + \overline{BM}) + \overline{AB}_3\right] + \left[M'M' + (\overline{M'A} + \overline{BM'}) + \overline{AB}_4\right].$$

» Si l'on admettait que la différence $\overline{AB}$ soit la même dans les quatre éléments envisagés séparément, il y aurait identité. Mais cette hypothèse peut être contestée, la transmission des différences électriques, $\overline{MA}$ et $\overline{BM'}$ et analogues, pouvant être modifiée en traversant la double couche de contact des deux liquides AB. Cette objection est d'autant plus légitime que j'ai démontré que la différence électrique des deux liquides AB éprouve une transformation d'un ordre analogue en traversant les électrodes métalliques. Cela résulte de mes expériences antérieures (voir ce Recueil, séance précédente). D'ailleurs, il suffirait pour que l'égalité ci-dessus demeurât vérifiée que la somme des effets $\overline{AB}_1 + \overline{AB}_2$ fût égale à $\overline{AB}_3 + \overline{AB}_4$.

» Quoi qu'il en soit, les déterminations précédentes et les deux équations qui les résument constituent une vérification très étendue de l'exactitude des méthodes mises en œuvre au cours des présents travaux; sans qu'il résulte cependant de ces formules aucune connaissance de la valeur $\overline{AB}$, c'est-à-dire de la force électromotrice développée au contact de deux liquides. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'analyse mécanique des sols.* Note de M. **Th. Schlœsing** père.

« Les modifications que j'ai introduites autrefois dans l'analyse mécanique des sols concernaient surtout la détermination des éléments les plus fins qui, avec l'argile colloïdale, constituent l'argile *rurale.* Quant aux sables non calcaires, je n'en distinguais que deux sortes : les sables grossiers dont les dimensions linéaires sont comprises entre $0^{mm},9$ et $0^{mm},1$, et les sables fins qu'on obtient en laissant reposer pendant 24 heures, dans un vase à précipité de 2^l, le liquide dans lequel la terre a été délayée. Ces sables ont des dimensions comprises entre $0^{mm},1$ et $0^{mm},002$; ils touchent d'une part aux sables grossiers, de l'autre aux sables de l'argile; il peuvent donc exercer une influence notable sur la ténacité et la perméabilité des sols, selon qu'ils se rapprochent plus de l'une ou de l'autre de leurs limites. Aussi s'est-on préoccupé, avec raison, pour les mieux définir, de les ranger en plusieurs classes d'après leur degré de finesse. On a eu recours le plus souvent à la lévigation : un même courant d'eau parcourt des vases de sections croissantes et se ralentit progressivement dans leur traversée : si donc on le charge à son départ des sables fins, il s'en dépouille en chemin, et les classe sans l'intervention de l'opérateur; les sables les plus gros restent dans le premier vase, et les plus fins dans le dernier.

» Je me suis demandé si l'on n'obtiendrait pas un classement aussi et peut-être plus exact, en laissant au repos, dans un vase cylindrique, l'eau chargée de terre délayée, et en prenant des dispositions pour recueillir, à mesure de leur formation, les dépôts successifs précipités durant le temps convenu de 24 heures. Dans cette voie, j'ai obtenu des résultats satisfaisants que je crois utile de faire connaître aux chimistes que ce genre d'analyse intéresse. Je vais d'abord présenter quelques notions théoriques sur la constitution des dépôts en question; je dirai ensuite comment on les peut appliquer aux éléments de la terre végétale.

» Je considère un mélange de sables de dimensions très diverses, comme celles des sables fins d'un sol : ils sont délayés dans un volume d'eau assez grand pour que chaque grain, indépendant de tous les autres, se comporte, dans ses relations avec l'eau et la pesanteur, comme s'il était seul. Ce volume d'eau est contenu dans un vase cylindrique à fond plat.

» Dans un liquide en repos, des grains de sable descendent verticalement avec des vitesses d'autant moindres qu'ils sont plus fins. J'admets que ces diverses vitesses sont constantes, et que par conséquent tous les mouvements de descente sont uniformes.

» Il est permis de ranger tous les grains en catégories aussi nombreuses qu'on voudra, dont chacune comprend tous les grains qui tombent avec une même vitesse; je suppose qu'au début des phénomènes qu'il s'agit d'analyser tous les grains de chaque catégorie sont uniformément disséminés dans la masse liquide.

» Soient $C_1, C_2, \ldots, C_{n-1}, C_n$ les catégories rangées selon l'ordre décroissant des dimensions et $S_1, S_2, \ldots, S_n$ les poids des sables qui les composent. Soient $t_1, t_2, \ldots, t_{n-1}, t_n$ les temps, tous comptés à partir d'un même instant, qu'emploieraient les grains des catégories respectives à parcourir toute la hauteur H du liquide; $\frac{H}{t_1}, \frac{H}{t_2}, \ldots, \frac{H}{t_n}$ seront les vitesses de chute de ces divers grains.

» Il est bien évident que, dans chaque unité de temps, la catégorie C_1 dépose au fond du vase une quantité de sable égale à $\frac{S_1}{t_1}$, et continue ainsi jusqu'à ce que, le temps t_1 étant accompli, il ne reste plus aucun grain de cette catégorie dans le liquide. De même, dans l'unité de temps, la catégorie C_2 dépose une quantité de sable égale à $\frac{S_2}{t_2}$, et continue de la sorte jusqu'à la fin du temps t_2; il en va de même pour toutes les catégories suivantes.

» On aura donc, pendant le temps t_1, une somme de dépôts que j'appelle D_1, qui sera égale à $\left(\frac{S_1}{t_1} + \frac{S_2}{t_2} + \ldots + \frac{S_n}{t_n}\right) t_1$.

» On aura, pendant l'intervalle de temps $t_2 - t_1$ qui s'écoule entre t_1 et t_2, un second dépôt D_2, superposé au premier, qui sera composé de $\left(\frac{S_2}{t_2} + \frac{S_3}{t_3} + \ldots + \frac{S_n}{t_n}\right)(t_2 - t_1)$, et ainsi de suite, d'où l'on voit qu'on peut former autant d'équations que de catégories, et que, par conséquent, on peut exprimer S_1, S_2, $\ldots$, S_n en fonction des temps et des dépôts D_1, D_2, $\ldots$, D_n.

» En divisant les deux membres de la première équation par t_1, les deux membres de la seconde par $t_2 - t_1$ et ainsi de suite, puis formant les différences successives de ces équations, on obtient les expressions

$$S_1 = D_1 - D_2 \frac{t_1}{t_2 - t_1}, \qquad S_2 = D_2 \frac{t_2}{t_2 - t_1} - D_3 \frac{t_2}{t_3 - t_2}, \qquad \ldots,$$
$$S_n = D_n \frac{t_n}{t_n - t_{n-1}}.$$

Si donc on pouvait extraire du vase les dépôts $D_1, D_2, \ldots, D_n$ sans apporter aucun trouble dans les mouvements des grains, et en déterminer les poids, les temps $t_1, t_2, \ldots, t_n$ étant réglés d'avance et connus, on n'aurait plus qu'à appliquer les formules précédentes pour déterminer $S_1, S_2, \ldots, S_n$, c'est-à-dire que les sables seraient classés par leurs vitesses de chute.

» Il serait commode, pour les calculs numériques, de faire croître les temps comme les puissances de 2; car, alors, tous les facteurs $\frac{t_2}{t_2 - t_1}$, $\frac{t_3}{t_3 - t_2}$, ..., $\frac{t_n}{t_n - t_{n-1}}$ deviendraient égaux à 2; et tous les facteurs $\frac{t_1}{t_2 - t_1}$, $\frac{t_2}{t_3 - t_2}$, ..., $\frac{t_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$ seraient égaux à 1, en sorte que les valeurs de S_1, $S_2, \ldots, S_n$ seraient simplement

$$S_1 = D_1 - D_2, \qquad S_2 = 2D_2 - D_3, \qquad S_3 = 2D_3 - D_4, \qquad \ldots, \qquad S_n = 2D_n.$$

» Dans l'application de la théorie précédente aux terres végétales, il serait inutile de recueillir un grand nombre de dépôts successifs correspondant à autant de catégories; quelques-uns suffiraient pour définir le mélange de sables étudié. Mais il serait entendu qu'une catégorie ne serait pas composée uniquement de grains ayant même vitesse de chute, mais comprendrait tous ceux dont les vitesses seraient intermédiaires entre les deux vitesses correspondant à cette catégorie et à la suivante : Je prends un exemple, pour me faire mieux comprendre. Soit 36^{cm} la hauteur du liquide; soient 10, 20, 40 minutes, 1 heure 20 minutes, 2 heures 40 minutes, 5 heures 20 minutes, 10 heures 40 minutes et 21 heures 20 minutes la série des temps $t_1, t_2, \ldots, t_n$; C_1 contiendra tous les grains qui ont une vitesse de chute au moins égale à $\frac{36^{cm}}{10}$ ou $3^{cm},6$ par minute; C_2 contiendra tous ceux dont la vitesse est comprise entre $\frac{36^{cm}}{10}$ et $\frac{36^{cm}}{20}$; C_3 tous ceux dont la vitesse sera comprise entre $\frac{36^{cm}}{20}$ et $\frac{36^{cm}}{40}$, et ainsi de suite.

» La question est maintenant de savoir si une terre végétale peut être placée dans les conditions sur lesquelles sont fondés les calculs qui précèdent, savoir : liberté parfaite d'un élément quelconque à l'égard de tous les autres ; égale dispersion de tous les éléments au début des phénomènes ; repos absolu du liquide ; uniformité des mouvements de descente. Je vais montrer que ces conditions peuvent être parfaitement remplies par toute terre végétale.

» Je rappelle d'abord que tous les éléments d'une terre, plus ou moins liés par des ciments minéraux et organiques à l'état naturel, sont mis en état de complète indépendance, après la destruction du calcaire par un acide étendu (l'acide nitrique de préférence) puis le lavage parfait des éléments par le même acide étendu au millième, enfin après une digestion de quelques heures dans de l'eau distillée légèrement ammoniacale. Il reste cependant à résoudre une question de mesure, car la liberté de mouvement des éléments serait évidemment compromise si le volume d'eau de délayage était trop faible. En général, on opère une analyse mécanique sur 10^g de terre qui sont, après les traitements rappelés, délayés dans 2^l d'eau : c'est plus qu'il n'en faut pour assurer l'indépendance des éléments. Voici des expériences démonstratives.

» Je traite, par l'acide faible et l'ammoniaque étendue, 30^g d'une terre qui a été passée, comme c'est l'habitude, au crible de 10 mailles au centimètre, puis je la délaie dans environ 2^l d'eau pure contenus dans une grande éprouvette à pied ; la hauteur du liquide y atteint 36^{cm}. Après un violent barbotage d'air destiné à mélanger les éléments de la terre et l'eau, je laisse reposer un certain temps, soit 15 minutes, après lesquelles je décante avec un large siphon, dont la longue branche porte un tube de caoutchouc qui permet de modérer l'écoulement quand le siphon va presque toucher le dépôt. J'extrais alors celui-ci, je le sèche et le pèse. Je traite exactement de même façon un poids de la même terre dix fois moindre, soit 3^g, et je compare les poids des deux dépôts ; ils se trouvent presque rigoureusement dans le même rapport que les poids des terres employés ; je répète ce genre d'épreuves sur les terres les plus différentes ; j'obtiens toujours la même concordance ; le rapport entre les poids des dépôts est le même que le rapport entre les poids des terres. *Exemples :*

	Terre de landes très sableuse.		Terre argileuse (39 pour 100 d'argile).		Terre très argileuse (54 pour 100 d'argile).	
Poids de terre........	30^g	3^g	20^g	5^g	30^g	3^g
Hauteur du liquide...	36^{cm}	36^{cm}	36^{cm}	36^{cm}	36^{cm}	36^{cm}

	Terre de landes très sableuse.		Terre argileuse (39 pour 100 d'argile).		Terre très argileuse (54 pour 100 d'argile).	
Temps du repos, en minutes...........	15	15	32	32	41	41
Poids des dépôts.....	17g,556	1g,756	4g,571	1g,149	8g,346	0g,829
Rapport entre ces poids.............	30 :	3,00	20 :	5,027	30 :	2,98

» Ne semble-t-il pas évident que, si les éléments n'étaient pas indépendants dans ces sortes d'expériences, la gêne dans les mouvements et les retards qui en résulteraient croîtraient avec la densité des mélanges, et qu'il en résulterait un déficit dans les dépôts fournis par les mélanges les plus chargés?

» En ce qui concerne l'uniformité des mouvements de descente, les expériences propres à la vérifier sont du même genre que les précédentes; seulement, on donne des hauteurs différentes H_1, H_2, H_3 aux liquides contenant des poids connus d'une même terre. Si les mouvements de descente sont vraiment uniformes, on devra obtenir des dépôts dont les poids seront proportionnels à ceux des terres, si on leur laisse, pour se former, des temps proportionnels aux hauteurs H_1, H_2, H_3. *Exemples :*

	Terres							
	très sableuse.			argileuse.		silico-argileuse.		
Poids des terres...........	20g	15g	10g	10g	10g	10g	10g	10g
Hauteurs des liquides......	20cm	15cm	10cm	36cm,2	18cm,1	36cm	27cm	18cm
Temps de repos en minutes.	24	18	12	20	10	20	15	10
Poids des dépôts..........	14g,794	11g,066	7g,359	6g,822	6g,821	6g,720	6g,764	6g,780
Rapports entre ces poids...	20 :	14,96 :	9,95	10 :	10,00	10 :	10,07 :	10,09

» Les résultats de ces expériences seraient inexplicables si les éléments des sols n'avaient pas eu des vitesses uniformes.

» Quant à l'égale dispersion des éléments dans le liquide, c'est par une agitation préalable très énergique qu'on l'obtiendra, mais il y aura toujours une courte période, qu'on abrégera le plus possible, au début d'une expérience, pendant laquelle les phénomènes seront troublés par un reste d'agitation.

» Enfin le repos, dès qu'il est produit, est réellement absolu, alors même que le liquide ne se trouve pas dans un local à température constante. Il est en effet attesté par des couches horizontales qui apparaissent au sein du liquide, suffisamment éclairci, comme de très légers nuages ; ces couches

descendent lentement en conservant leur parallélisme ; il est certain que les moindres mouvements intérieurs du liquide produiraient, dans ces apparences, un désordre visible.

» Dans une prochaine Communication, je décrirai les dispositions qui permettent de séparer les dépôts successifs D_1, D_2, ..., D_n sans produire aucun trouble dans les liquides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence qu'exerce, sur le pouvoir rotatoire de molécules actives, l'introduction de radicaux non saturés. Éthers δ-méthyl-β cyclopentanonecarboniques, α-allylé ou propylé.* Note de MM. **A. Haller** et **M. Desfontaines.**

« Les éthers de l'acide δ-méthylcyclopentanonecarbonique renfermant un complexe $\left\langle \begin{array}{l} CO \\ | \\ CH.CO^2R \end{array} \right.$ analogue à celui de l'acide camphocarbonique, se prêtent aux mêmes substitutions que ce dernier, comme l'ont montré M. Dieckmann et ses élèves (¹).

» Dans le but d'effectuer de ces substitutions, nous avons préparé l'éther éthylé de cet acide au moyen de l'éther β-méthyladipique.

» Ce dernier composé, obtenu en partant de l'acide provenant de l'oxydation de la pulégone, bouillait à 138°-141° sous 15^{mm} et possédait le pouvoir rotatoire $\alpha = +2°30'$ pour une longueur de 100^{mm}.

» La condensation de cet éther en dérivé cyclique a été faite en employant la méthode générale de M. Dieckmann, modifiée par M. Bouveault (²) pour la préparation de l'éther cyclopentanonecarbonique. Au lieu de faire agir le sodium directement sur l'éther méthyladipique, on opère au sein du toluène.

» Le δ-méthyl-β-cyclopentanonecarbonate d'éthyle obtenu bouillait à 118° sous 18^{mm} (107°-108° sous 11^{mm} à 12^{mm} suivant M. Dieckmann).

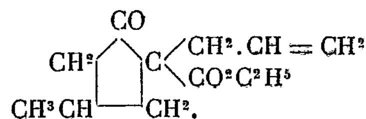
» Son pouvoir rotatoire $\alpha = +82°20'$ sous une épaisseur de 100^{mm}.

» Comme tous les éthers β-cétoniques, ce composé donne une coloration quand on traite ses solutions alcooliques par du perchlorure de fer. Mais cette coloration, au lieu d'être rouge, comme celle des éthers acylacétiques, est violette et se rapproche de la coloration qu'on observe avec les éthers camphocarboniques.

(¹) Dieckmann, *Ann. Chem. und Pharm.*, t. CCCXVII, 1901, p. 78.

(²) L. Bouveault, *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXI, 1899, p. 1019.

» *α-allyl, δ-méthyl, β-cyclopentanone carbonate d'éthyle.*



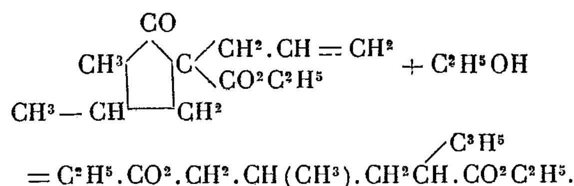
Ce composé a été préparé en chauffant avec de l'iodure d'allyle le δ-méthyle β-cyclopentanone-carbonate d'éthyle sodé obtenu, par action directe du sodium, sur une solution de l'éther cyclique dans l'éther anhydre.

» Rectifié dans le vide, cet éther allylé constitue un liquide à odeur aromatique, bouillant à 139°-141° sous 18^{mm}.

» Les solutions alcooliques donnent encore une faible coloration violette avec le perchlorure de fer.

» Il dévie la lumière polarisée $\alpha = + 62°54'$ sous une épaisseur de 100^{mm}.

» Si, au lieu de préparer au préalable le dérivé sodé en l'absence d'alcool, on fait agir une solution d'alcoolate de soude sur un mélange d'iodure d'allyle et de δ-méthyle β-cyclopentanone-carbonate d'éthyle, on obtient principalement un mélange constitué par de l'acide β-méthyl-γ-allyladipique et ses éthers neutre et acide. La molécule cyclique substituée, en présence de l'alcoolate, s'ouvre suivant l'équation



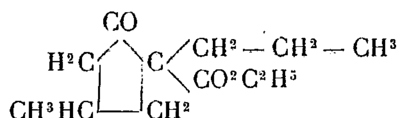
» Dans ses recherches sur l'éther δ-méthyl α-isobutyl-β-cyclopentanone carbonique, M. Dieckmann ([1]) a observé une rupture semblable.

» *L'acide β-méthyl, γ-allyl ou α-allyl-γ-méthyl adipique* cristallise en aiguilles blanches fondant à 100° et bouillant à 235° sous 20^{mm}.

» Son pouvoir rotatoire dans l'alcool absolu $\alpha_D = + 2°50'$.

» *L'éther neutre correspondant* est liquide et bout à 155° sous 17^{mm}. Sa déviation $\alpha = + 4°24'$, pour une longueur de 100^{mm}. Pour nous rendre compte dans quelle mesure la substitution, dans l'éther cyclique, du radical propyle normal, au lieu et place du radical allyle, abaisserait le pouvoir rotatoire de la molécule, nous avons préparé :

» Le *δ-méthyl-α-n-propyl-β-cyclopentanone carbonate d'éthyle*



([1]) DIECKMANN, *loc. cit.*, p. 82.

Cet éther prend naissance dans les mêmes conditions que celles qui nous ont permis d'obtenir le dérivé allylé. Nous avons cependant remarqué qu'il était beaucoup plus lent à se former que l'éther allylé. Il a fallu chauffer le mélange de la combinaison sodée de l'éther méthylcyclopentanone carbonique avec l'iodure de propyle normal pendant plusieurs jours, pour obtenir une substitution notable, et augmenter la pression de l'appareil de 20^{cm} de mercure.

» Liquide bouillant à 136°-137° sous 17^{mm}, et possédant la déviation $\alpha = + 51°8'$ sous 100^{mm}.

» MM. Dieckmann et Grœneveld ([1]) ont préparé son isomère, le dérivé isopropyle, qui distille de 130° à 131° sous une pression de 15^{mm}.

» Des recherches qui précèdent, nous croyons pouvoir dès maintenant tirer les conclusions suivantes :

» 1° La transformation d'une molécule aliphatique active, comme l'éther β-méthyladipique, en une molécule cyclique est accompagnée d'une augmentation de pouvoir rotatoire allant de 2°30′ à 82°20′ pour une colonne de 100^{mm}. La réciproque est vraie, puisque nous avons fait voir que le δ-méthyl-α-allyl-β-cyclopentanone carbonate d'éthyle ($\alpha = 62° 54'$) fournit, par rupture du noyau, de l'éther α-allyl-γméthyladipique dont la déviation $\alpha = 4° 24'$;

» 2° La différence des pouvoirs rotatoires observés entre l'éther δ-méthyl-β-cyclopentanonecarbonique et ses dérivés de substitution propylé et allylé, semble montrer que l'introduction de ces radicaux dans la molécule cyclique a pour effet d'abaisser son pouvoir rotatoire;

» 3° Le pouvoir rotatoire de l'éther allylé est manifestement supérieur à celui du dérivé propylé. Cette observation coïncide avec celle que nous avons signalée déjà à propos des éthers allyl- et propyl-camphocarboniques ([2]);

» 4° La substitution du radical allyle à l'hydrogène acide de l'éther cyclique se réalise beaucoup plus facilement que celle du radical propyle. Ce fait paraît général, car nous l'avons également observé sur l'éther camphocarbonique et d'autres combinaisons β-cétoniques.

» Nous nous proposons de poursuivre l'étude de ces combinaisons, et en particulier de celles dans lesquelles le groupement allylé se trouve transformé en son isomère, le groupe propényle.

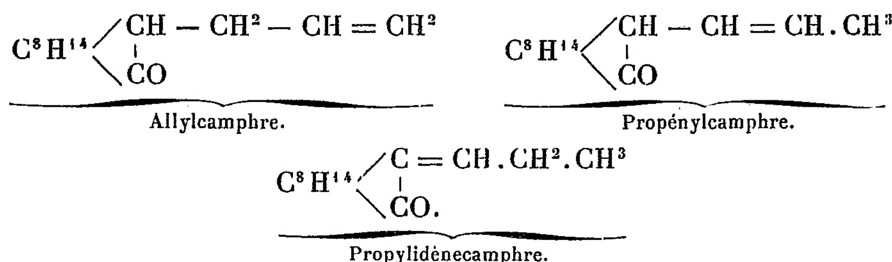
» Des essais tentés dans ce sens nous ont déjà fait voir que la double liaison, à mesure qu'elle se rapproche du noyau renfermant le carbone

---

([1]) *Ann. Chem.*, *loc. cit.*, p. 88.

([2]) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 788.

asymétrique, a pour effet d'augmenter son pouvoir rotatoire, lequel arrive à son maximum, toute chose égale d'ailleurs, quand cette double liaison est fixée sur le noyau même et se rapproche du carbone asymétrique. Le pouvoir rotatoire des molécules dérivées du camphre, dans lequel on a introduit, par exemple, diversement le radical C^3H^5, doit aller en augmentant de l'allyl- au propényl- et au propylidènecamphre.



Allylcamphre. Propénylcamphre.

Propylidènecamphre.

» Il en sera, sans aucun doute, de même avec les dérivés analogues des méthylpentanone et méthylhexanone.

» L'ensemble de nos recherches sur les dérivés substitués et non saturés du camphre [1], ainsi que celles de M. Zelinsky [2] sur les méthylcyclopentène et méthylcyclohexène, nous permettent dès maintenant de formuler ces conclusions. »

ASTRONOMIE. — *Comète 1903 c, découverte par M. Borrelly, à l'Observatoire de Marseille, le 21 juin 1903. Observations faites à l'équatorial Eichens de* 258^{mm} *d'ouverture.* Note de M. **E. Stéphan.**

Dates 1903 Juin.	Temps moy. de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de compar.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.	⋆	Obs.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″			
21...	13.36.30	+6.37,93	−14.54,8	5.5	21.52.34,60	$-\bar{1}$,401	98. 6.31,9	−0,832	1	B.
22...	12.40.14	+0.46,47	− 6.43,0	7.7	21.51.55,82	$-\bar{1}$,508	97.19.25,3	−0,816	2	E.
23...	12.45.43	+0.18,22	+ 4.33,0	10.10	21.51. 8,64	$-\bar{1}$,489	96.26.43,8	−0,814	3	S.
24...	12.36. 2	−2.44,24	− 9. 3,8	7.7	21.50.13,63	$-\bar{1}$,497	95.30.21,5	−0,804	4	E.
25...	13.31.30	+1.25,46	+ 0.33,1	6.6	21.49. 9,36	$-\bar{1}$,352	94.27.10,4	−0,809	5	E.
26...	12.28.10	+0.40,59	−13.23,4	6.6	21.48. 1,73	$-\bar{1}$,491	93.24. 7,5	−0,799	6	E.
27...	13.38.33	−1.18,55	+ 6.59,1	7.7	21.46.38,57	$-\bar{1}$,292	92. 9. 2,5	−0,796	7	E.

(1) A. Haller et P.-Th. Muller, *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1370; t. CXXIX, p. 1005; t. CXXXVI, p. 788 et 1222.

(2) *Bull. Soc. chim.*, t. XXVIII, 1902, p. 945; t. XXX, 1903, p. 342.

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Grandeur.	Ascension droite moy. 1903,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moy. 1903,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s			
1...	8	21.45.54,27	+2,40	98°.21'.43",5	−16",8	1025 W_1, H, XXI
2...	7.8	21.51. 6,95	+2,40	97.26.25,0	−16,7	5906 Radcliffe
3...	10	21.50.47,99	+2,43	96.22.27,3	−16,5	29837 M_1
4...	8	21.52.55,43	+2,44	95.39.41,8	−16,5	½7139 Varsovie + ½1178 W_1, H, XXI
5...	7	21.47.41,40	+2,50	94.26.53,6	−16,3	5895 Radcliffe
6...	7	21.47.18,61	+2,53	93.37.47,2	−16,3	5608 Glasgow
7...	10	21.47.54,56	+2,56	92. 2.19,4	−16,0	29734 M_1

» *Remarques.* — 21 juin : la comète possède un noyau de 10e grandeur et une queue de 5' à 6' d'étendue.

» 22 juin : le noyau principal paraît entouré d'autres granulations moins brillantes. La tête a un diamètre de 2' environ ; le bord oriental de la queue est plus étendu que le bord occidental de 2' à peu près.

» 23 juin : la nébulosité a bien la forme classique des comètes ; l'aspect est sensiblement le même que la veille.

» 24 juin : observation contrariée par la brume.

» 25, 26 et 27 : aspect sensiblement le même que le 23.

» Les lettres B, E, S désignent respectivement les observateurs : MM. Borrelly, Esmiol et Stephan. »

ASTRONOMIE. — *Occultations observées et mesures d'appulse faites à l'Observatoire de Lyon, pendant l'éclipse partielle de Lune du* 11 *avril* 1903. *Résultats conclus.* Note de M. **Ch. André.**

« Ces observations ont été faites à l'équatorial coudé (0^m,32) par M. G. Le Cadet (LC) et à l'équatorial Brünner (0^m,16) par M. J. Guillaume (JG) :

Occultations.

Désignation de l'★.		Gr.	Ph.	Temps moyen de Paris.	Obs.	Gr'.	Remarques.
				h m s			
H	BD — 8°,3540	8,3	I	11.34.15	JG	45	Perdu l'★ à ce moment; nuages passent.
J	— 8,3542	9,4	I	50.33,3	»	100	Id.
m	Anonyme	11	I	12.14. 6,1	»	»	
M	— 8,3545	9,5	I	19.11,2	»	»	
»	»	»	»	19.11,6	LC	360	

Désignation de l'★.		Gr.	Ph.	Temps moyen de Paris.	Obs.	Grt.	Remarques.
				h m s			
m_1	Anonyme	11	I	25.41,7	JG	100	
K_1	»	10,5	I	35.52,2	»	250	
K	— 8,3543	9,3	I	44.47,5	»	»	
J	— 8,3542	9,4	E	48.15,0	LC	150	Bord bien visible à la limite de l'ombre.
»	»	»	»	48.17,5	JG	250	Probabt en retard; ★ faible, bord ☾ légert éclairé.
H	— 8,3540	8,3	E	50. 8	»	100	Id.
K	— 8,3543	9,3	E	52.28,8	»	»	
K_1	Anonyme	10,5	E	54.21,8	»	»	

» Les étoiles n'ont commencé à devenir visibles autour de la Lune qu'une demi-heure après l'*entrée dans l'ombre* qui a été notée par JG à $10^h43^m,4$ à l'œil nu, à $10^h43^m,9$ au chercheur et à $10^h45^m,3$ à la lunette (grt 45). Le bord de la Lune n'est devenu invisible que 10 minutes après l'entrée et n'a reparu qu'une heure plus tard. A l'œil nu, la partie éclipsée n'a pas été visible : elle n'a présenté la teinte rouge-cuivre que vers le bord austral, 1 heure environ avant la fin de l'éclipse qui n'a pas pu être observée.

Appulse de l'★ i = BD — 7°3604 (9,4).

» Cette observation a consisté en une série de mesures de distances entre l'étoile et le bord éclairé de la Lune, dans l'angle de position 23°,0 et autour de l'époque $12^h34^m,7$ donnés par le calcul de prédiction.

» Ces mesures ont été faites par LC avec un micromètre à fils fins et un grt 360. L'étoile très faible n'était pointable qu'avec les fils brillants. Ceux-ci apparaissaient en noir sur le bord éclairé de la Lune, dont l'éclat était légèrement atténué par la pénombre. Ce bord était d'ailleurs très ondulant.

T. moy. de Paris.	Distances (corr. de la réf.).
h m s	′ ″
12.30.12,0	4.6,56
31.30,6	6,71
32.13,8	6,55
32.32,4	6,10
32.56,4	7,19
33.24,6	6,80
33.53,4	6,68
34.23,4	6,01

T. moy. de Paris.	Distances (corr. de la réf.).
h m s 12.34.40,8	4′5″,79
35. 7,8	5,52
35.43,8	7,46
36.16,8	8,29
36.55,8	8,87
37.36,6	6,06
38.23,4	7,57

Positions apparentes des étoiles.

» Ces positions résultent de mesures différentielles faites le 13 mai par MM. Le Cadet et Guillaume par rapport à 3 étoiles dont les positions absolues ont été déterminées du 13 au 26 mai, par MM. Lagrula et J. Baillaud à l'instrument méridien.

Désignation de l'★.	Gr.	Pos. app. 11 avril 1903. α.	δ.	Remarques.
H BD — 8°3540.....	8,3	h m s 13.17. 4,54	° ′ ″ —8.33.10,9	2 obs. mérid.
g — 7°3599.....	8,5	17.16,56	—8.11.42,3	»
k_1 Anonyme.........	10,5	17.37,90	—8.47.50,2	rap. à ★ K
J — 8°3542.....	9,4	17.42,37	—8.19.35,8	» ★ *g*
K — 8°3543.....	9,3	17.43,18	—8.48.45,1	» ★ L
i — 7°3604.....	9,4	18.18,25	—8.13.41,4	» ★ *g*
m Anonyme.........	11,0	18.20,62	—8.28.58,6	» ★ M
L — 8°3544.....	8,3	18.22,66	—8.54. 9,1	2 obs. mérid.
m_1 Anonyme........	11,0	18.35,79	—8.34.24,2	rap. à ★ M
M — 8°3545.....	9,5	18.25,70	—8.33.51,9	» ★ H

» Les obs. mér. reposent sur les étoiles fondamentales suivantes : δ, θ, 61, ζ et *m* Vierge.

Résultats.

» La discussion de ces observations faite par M. Lagrula a conduit aux résultats suivants :

» Soient :

r_0 le demi-diamètre lunaire adopté : $r_0 = 15'32'',83$;

Δr_0 la correction correspondant aux occultations;

$[\Delta r_0]$ la correction correspondant aux appulses;

π_0 la parallaxe moyenne lunaire de Newcomb : $\pi_0 = 57'2'',68$;

$\Delta\pi_0$ la correction correspondante;

α_0 et δ_0 les coordonnées équatoriales de la Lune données par la *Connaissance des Temps* pour l'époque moyenne des observations;

$\Delta\alpha_0$ et $\Delta\delta_0$ les corrections correspondantes;

On a :

Appulse.....	$[\Delta r_0]$	$= + 2'',29$	$+ 0'',57$	$\Delta\pi_0''$	$\pm 0'',71$
Occultations	Δr_0	$= + 0,12$	$- 0,59$	$\Delta\pi_0$	$\pm 0,50$
	$\Delta\alpha$	$= + 3,26$	$+ 0,51$	$\Delta\pi_0$	$\pm 0,63$
	$\Delta\delta$	$= - 1,60$	$+ 0,01$	$\Delta\pi_0$	$\pm 0,69$

» Comme c'était à prévoir, le demi-diamètre d'appulse : 15′35″,12 est plus grand que celui des occultations : 15′32″,95.

» D'autre part, les occultations fournissent la position très précise suivante de la Lune (11 avril à 12^h5, t. m. Paris) :

$$\alpha = \alpha_0 + \text{correction de Newcomb} + 0^s,217 + 0,034 \quad \Delta\pi_0 \pm 0^s,042$$
$$\delta = \delta_0 + \text{correction de Newcomb} - 1'',60 \quad + 0,01 \quad \Delta\pi_0 \pm 0'',69$$

M. **Boussinesq** présente à l'Académie, en son nom et de la part de l'éditeur, M. Gauthier-Villars, un nouveau Volume de son Cours de Physique mathématique à la Sorbonne. Ce Volume a pour titre « *Théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la théorie mécanique de la lumière.* — Tome II : *refroidissement et échauffement par rayonnement; conductibilité des tiges, lames et masses cristallines; courants de convection; théorie mécanique de la lumière* ». Et il ajoute :

« La première Partie simplifie et condense en peu de pages des problèmes célèbres sur le rayonnement de la surface terrestre, traités par Fourier et Poisson.

» La deuxième introduit dans l'enseignement la théorie de la propagation de la chaleur à partir d'un centre, dans les milieux indéfinis *cristallisés* à une, deux ou trois dimensions (*barres, plaques* et corps *massifs*), propagation qui est, dans les deux derniers cas, ou *rectiligne* ou *tourbillonnaire,* suivant la contexture ou *symétrique*, ou *dissymétrique*, du corps.

» La troisième Partie, relative principalement aux courants de convection, est, presque toute, nouvelle. Elle contient l'explication des lois de Dulong et Petit sur le refroidissement des corps dans les gaz en repos, explication se réduisant en quelque sorte à des considérations de proportionnalité ou de similitude mécanique, grâce à une simplification très naturelle des équations du mouvement, autrement inextricables, qui consiste

à négliger la dilatation, mais non *l'allègement*, dus à l'échauffement des couches gazeuses. Les intégrations ne paraissent effectuables que dans le cas d'un courant fluide général, de vitesse donnée, enveloppant le corps chaud; le pouvoir refroidissant du courant est proportionnel à la racine carrée de sa vitesse et à l'excédent de température du corps ; lois simples, que l'observation a confirmées.

» Enfin, la dernière Partie, qui occupe plus des deux tiers du Volume, est un exposé complet de la *Théorie mécanique de la lumière*, dans lequel la multitude des questions traitées par les physiciens en Optique se trouve ramenée aux principes *usuels* de la dynamique des corps élastiques et des fluides, sans l'adjonction d'aucune hypothèse ou complexe, ou seulement invraisemblable. L'idée générale résultant de cet exposé est que l'éther, soit à l'état libre, soit parsemé de molécules pondérables, a les lois de mouvement les plus simples qu'il soit possible d'imaginer. C'est, à chaque pas, dans tout ordre nouveau de questions que l'on y aborde, l'hypothèse la plus naturelle, s'offrant, en quelque sorte, la première à l'esprit, qui explique et prévoit les phénomènes.

» Aussi Fresnel a-t-il pu, sur les indications fournies par quelques faits d'expérience le plus souvent très vulgaires, deviner, au moyen de ce *principe de simplicité maxima* dont il s'inspirait instinctivement, les phénomènes les plus délicats et les plus cachés. Parmi les mémorables applications qu'il en fit durant sa brève carrière, il faut signaler surtout le double *postulatum*, confirmé par la théorie mécanique, que, dans les corps non isotropes, la vitesse de propagation des ondes lumineuses et leur absorption graduelle varient seulement avec la direction des vibrations : hypothèse éminemment naturelle, mais des plus hardies à force d'être simple, et sans laquelle lui aurait été impossible sa magnifique découverte des cristaux biaxes. Or, elle l'aurait égaré, s'il s'était agi d'autres milieux élastiques que l'éther. »

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire de Zoologie (Annélides, Mollusques et Zoophytes), actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 55 :

M. Joubin	obtient	32 suffrages
M. Fischer	»	15 »
M. Gravier	»	8 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 55 :

M. Fischer	obtient	34 suffrages
M. Gravier	»	14 »
M. Michel	»	4 »
M. Pizon	»	3 »

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne	M. **Joubin**
En seconde ligne	M. **Fischer**

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** appelle l'attention de l'Académie sur un projet d' « Inventaire méthodique des ressources de l'Afrique occidentale française », dont le plan général est adressé à l'Académie par le Comité institué à cet effet.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° « Le Livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques, par Philon de Byzance, édité d'après les versions arabes d'Oxford et de Constantinople, et traduit en français par le baron *Carra de Vaux* » (tiré des notices et extraits des Manuscrits de la Bibliothèque nationale et autres bibliothèques, t. XXXVIII). (Présenté par M. Berthelot);

2° Une « Étude géologique de la Tunisie centrale, par M. *L. Pervinquière* ». (Présentée par M. Munier-Chalmas);

3° « L'Architecture du sol de la France, essai de géographie tectonique, par le commandant *O. Barré*. » (Présentée par M. de Lapparent);

4° Un « Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole, par M. *Aimé Witz*, 4e édition, Tome I ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière).

ASTRONOMIE. — *Observation de la tache brillante de Saturne à l'équatorial de* $0^m,38$ *de l'Observatoire de Toulouse*. Note de M. F. **Rossard**, présentée par M. Lœwy.

» J'ai observé le 25 et le 26 juin la tache sur Saturne signalée par Barnard. Le 25, à $14^h 15^m$ t. m. de Toulouse, j'ai vu, vers le milieu du disque, une grande tache accompagnée d'une plus petite. Le ciel paraissait beau, néanmoins les deux taches étaient très pâles. Le 26, à $13^h 45^m$ t. m. de Toulouse, les taches étaient bien plus apparentes que la veille, la petite plus séparée de la grande. Sur la grande tache on distinguait, près d'un de ses bords, un noyau très brillant et l'éclat allait en diminuant du centre du noyau vers les bords de la tache. La grande tache avait sensiblement $2'',5$ de diamètre. »

ASTRONOMIE. — *Éléments de la comète Borrelly* (1903, juin 21). Note de M. G. **Fayet**, présentée par M. Lœwy.

« Pour effectuer ce calcul, on a utilisé les observations faites les 22, 24 et 27 juin; nous devons l'observation du 24 à l'obligeance de M. Perrotin et, d'autre part, M. Bigourdan a bien voulu nous communiquer les résultats qu'il a obtenus, le 27, à l'Observatoire de Paris.

» Les éléments conclus sont les suivants :

T = 1903 août 28,4715, temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= 293^\circ.38'.40'' \\ i &= 84.\ 6.48 \\ \omega &= 125.56.53 \end{aligned}\right\} 1903,0,$$

$$\log q = 9,53953.$$

Représentation du lieu moyen : $O - C \left\{ \begin{aligned} \cos\beta\, d\lambda &= +4'', \\ d\beta &= +6''. \end{aligned}\right.$

» De ce système on a déduit l'éphéméride suivante, pour 12h temps moyen de Paris :

Dates. 1903.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	log r.	log Δ.	Éclat.
	h m s	° ′			
Juillet 1	21.39.29	+ 3.40	0,1411	9,6986	2,7
» 5	21.27.33	+12.11	0,1179	9,6105	4,5
» 9	21. 6.46	+24.45	0,0928	9,5213	7,6
» 13	20.26.15	+38.58	0,0657	9,4322	12,9
» 17	18.53.22	+60.43	0,0362	9,4424	14,1
» 21	15.46.14	+68.41	0,0040	9,4948	12,9

» L'éclat du 22 juin est pris pour unité.

» On voit que l'éclat de cette comète va en augmentant très rapidement pour atteindre son maximum vers le milieu de juillet; comme d'autre part elle se dirige vers le Nord, elle se trouvera à cette époque dans des conditions de visibilité très favorables et l'on peut espérer qu'elle deviendra, pendant quelques jours, visible à l'œil nu : en effet, malgré le peu de hauteur où cet astre a été découvert, son éclat était déjà comparable à celui d'une étoile de 10e grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Borrelly* (1903, *juin* 21), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*). Note de M. G. **Bigourdan**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1903.	Temps sidéral de Paris.	Étoiles.	✶☄. — ✶. ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.
	h m s	°	m s	′ ″	
Juin 22	18.27.53	*a* 5672 BD — 7	+0. 2,26	— 8.15,4	4:4
22	18.35.47	*a* 5672 BD — 7	+0. 1,91	— 8. 0,7	4:4
25	17.51.18	*b* 5568 BD — 4	+0. 5,45	+12. 4,7	4:4
25	17.58.33	*b* 5568 BD — 4	+0. 5,09	+12.22,8	4:4
27	18.26.22	*c* 5647 BD — 2	—0. 8,18	— 2.55,9	4:4
27	18.32.11	*c* 5647 BD — 2	—0. 8,46	— 2.37,2	4:4
27	18.37.53	*c* 5647 BD — 2	—0. 8,87	— 2.19,4	4:4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1903.	✶	Gr.	Asc. droite moyenne 1903,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1903,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 22.	*a*	9,1	21.51.51,1	+2,39	—7.11.10	+16,6	BD
25.	*b*	5,7	21.49. 6.50	+2,49	—4.43.52,8	+16,4	Munich₁ (29771)
27.	*c*	10,0	21.46.48,79	+2,56	—2.10.35,8	+16,1	Rapportée à *d*
27.	*d*	9,4	21.47.12,92	»	—2.10. 7,7	»	Munich₁ (29706)

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1903.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Juin 22....	12.27.54	21.51.55,8	$\bar{1},484_n$	— 7° 2'38"	0,848
22....	12.35.46	21.51.55,4	$\bar{1},471_n$	— 7. 2.53	0,849
25....	11.39.36	21.49.14,44	$\bar{1},527_n$	— 4.31.31,7	0,835
25....	11.46.50	21.49.14,08	$\bar{1},519_n$	— 4.31.13,6	0,836
27....	12. 6.43	21.46.43,17	$\bar{1},479_n$	— 2.13.15,6	0,831
27....	12.12.31	21.46.42,89	$\bar{1},465_n$	— 2.12.56,9	0,831
27....	12.18.12	21.46.42,48	$\bar{1},456_n$	— 2.12.39,1	0,831

» Le 27 juin, l'étoile *c* a été rapportée micrométriquement à l'étoile *d* et l'on a obtenu, par 4:4 comparaisons :

$$p = 85°,56, \quad d = 6'.2'',7, \quad \Delta Æ\,(c-d) = -0^m.24^s,13, \quad \Delta Ꝺ\,(c-d) = -0'.28'',1.$$

» *Remarques.* — 1903 juin 22, $18^h 38^m$ t. sid. — La comète est une nébulosité assez brillante dont on ne peut que soupçonner la queue. C'est une masse vaguement arrondie, de 2' de diamètre; elle est plus brillante au centre, où se trouve une condensation demi-diffuse, demi-stellaire, de 5" environ de diamètre et qui ressort assez bien. Horizon assez brumeux.

» Juin 25, à $18^h 5^m$ t. sid. — Comète assez brillante, vaguement arrondie et de 2' de diamètre, sans queue notablement accusée, sans doute parce que l'horizon est brumeux. Au centre se trouve un noyau assez brillant, un peu stellaire et de 6" à 8" de diamètre, qui ressort assez bien.

» Juin 27 à $18^h 40^m$ t. sid. — Comète brillante, formée principalement par un noyau demi-diffus, demi-stellaire, de grandeur 8 environ et de 4" à 5" de diamètre; il est entouré de nébulosité très diffuse, relativement beaucoup plus faible que le noyau, et qui est plus développée dans la direction moyenne de 274°.

» Juin 28. — Comète brillante, même dans le petit chercheur, qui n'a que 57^{mm} d'ouverture utile. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly* (21 juin, 1903) *faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,318$, par MM. **Rambaud** et **Sy**; présentées par M. Lœwy.

Dates. 1903.	Étoiles.	Temps moyen d'Alger.	ΔÆ.	ΔꝹ.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	' "	
Juin 22....	*a*	12. 9. 9	+ 0.47,33	+ 5.57,3	14:10
22....	*a*	12.35. 0	+ 0.46,40	+ 6.51,9	15:10
23....	*b*	11.32.56	+ 0.20,11	— 6.57,7	12:12
23....	*b*	11.50. 5	+ 0.19,53	— 6.16,6	12:12
25....	*c*	11.58.23	— 0.43,97	+ 9.35,3	12: 8
25....	*c*	12. 9.18	— 0.44,60	+10. 2,2	12: 8

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1903,0.

Étoiles.	Asc. droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a..	21.51. 7,05	+2,40	−7.26.25,6	+16,6	½ { Munich, t. I, n° 29854 + Radcliffe, n° 5906 }
b..	21.50.48,00	+2,43	−6.22.27,2	+16,5	Munich, t. I, n° 29837
c..	21.49.55,59	+2,49	−4.40.40,8	+16,4	Munich, t. I, n° 29807

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1903.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Juin 22.....	21.51.56,78	$\bar{1}$,596*n*	−7.20.11,7	0,759
22.....	21.51.55,85	$\bar{1}$,558*n*	−7.19.17,1	0,765
23.....	21.51.10,54	$\bar{1}$,630*n*	−6.29. 8,4	0,748
23.....	21.51. 9,96	$\bar{1}$,612*n*	−6.28.27,3	0,752
25.....	21.49.14,11	$\bar{1}$,588*n*	−4.30.49,1	0,747
25.....	21.49.13,48	$\bar{1}$,573*n*	−4.30.22,2	0,748

» La comète se présente sous la forme d'une nébulosité arrondie d'environ 3′ d'étendue, avec une queue assez faible dont l'angle de position est de 332°; l'éclat du noyau est comparable à celui d'une étoile de 10ᵉ grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Borrelly* [1903 *c*] *faite à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Est*). Note de M. Salet, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1903.	Étoiles.	Temps moyen de Paris.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.
		h m s	m s	′ ″	
Juin 22........	1	12.26.26	+0.46,76	+ 6.10,2	6:6
25........	2	12.25.26	+1.28,22	− 2.53,4	6:4
26........	3	12. 2.15	−1.32,93	+ 2.17,3	8:5

Positions moyennes des étoiles pour 1903,0.

Étoiles.	Catalogues.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	Weisse₁, 1136 XXI	21.51. 6,96	+2,39	−7.26.28,1	+16,7
2...	Lalande, 42638	21.47.42,25	+2,50	−4.26.57,6	+16,3
3...	Weisse₁, 1103 XXI	21.49.34,00	+2,52	−3.27.24,1	+16,2

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1903.	Æ moyenne.	Log. fact. parallaxe.	Ⓓ. moyenne.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Juin 22	21.51.56,11	$\bar{1}$,485$_n$	−7.20. 1,2	0,848
25	21.49.12,97	$\bar{1}$,462$_n$	−4.29.34,7	0,840
26	21.48. 3,59	$\bar{1}$,491$_n$	−3.24.50,6	0,834

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1903 *c* (*Borrelly*) *faites à l'Observatoire de Besançon avec l'équatorial coudé*. Note de M. P. Chofardet, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1903.	Étoiles.	Temps moyen de Besançon.	ΔÆ.	ΔⒹ.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Juin 22	*a*	13. 8. 1	+0.45,59	+ 7.36,5	6 : 6
22	*a*	13.39.32	+0.44,70	+ 8.42,9	12 : 6
24	*b*	12.38.52	+0.30,99	+12.40,4	12 : 9
25	*c*	13.37.30	+1.25.43	− 0.21,7	12 : 9
25	*d*	13.50.49	−0.48,97	+14. 0,4	9 : 6
26	*e*	12.55.36	−1.35,05	+ 4. 6,1	12 : 9
27	*f*	12.24.20	−0.32,30	− 3.15,2	12 : 9

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1903,0.

Étoiles.	Catalogues.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a	Paris 31183	21.51. 6,90	+2,40	−7.26.24,8	+16,7
b	Munich, 29792	21.49.40,94	+2,46	−5.43.30,0	+16,5
c	Paris 31086	21.47.41,35	+2,50	−4.26.54,5	+16,3
d	Paris 31146	21.49.55,32	+2,49	−4.40.41,5	+16,4
e	Paris 31138	21.49.33,62	+2,52	−3.27.19,5	+16,2
f	Munich, 29706	21.47.12,94	+2,56	−2.10. 7,8	+16,0

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1903.	Ascension droite apparente.	Log fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Juin 22.....	21.51.54,89	$\bar{1}$.423 *n*	−7.18.31,6	0,845
22.....	21.51.54,00	$\bar{1}$.343 *n*	−7.17.25,2	0,849
24.....	21.50.14,39	$\bar{1}$.461 *n*	−5.30.33,1	0,835

Dates. 1903.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Juin 25.....	21.49. 9,28	$\bar{1}$.302n	−4.26.59,9	0,835
25.....	21.49. 8,84	$\bar{1}$.255n	−4.26.24,7	0,836
26.....	21.48. 1,09	$\bar{1}$.404n	−3.22.57,2	0,828
27.....	21.46.43,20	$\bar{1}$.458n	−2.13. 7,0	0,821

» *Remarques.* — Les observations du 22 sont contrariées par des nuages. Le 24, la comète de 10ᵉ grandeur a un noyau vif et une chevelure diffuse mesurant à peu près 3′; une queue vague se voit vers le SW. Le 27, la comète est de 9ᵉ grandeur, mais le noyau est moins brillant. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly* (21 *juin* 1903) *faites à l'équatorial Brunner* (0ᵐ,16) *de l'Observatoire de Lyon,* par MM. **J. Guillaume** et **G. Le Cadet**. Note présentée par M. Lœwy.

Dates. 1903.	Étoiles.	Temps sidéral de Lyon.	✱ — ⋆ Δα.	✱ — ⋆ Δδ.	Nombre de comparaisons.	Observateurs.
		h m s	m s	′ ″		
Juin 23....	*a*	19.44.38	+0.15,56	−2.24,2	16:20	JG
23....	*b*	20.44.31	+0. 1,47	−5.12,8	16:20	GLC
25....	*c*	19.25.37	−0. 4,50	+5.41,3	16:20	JG
25....	*d*	20. 6. 1	+1.24,42	+0.32,0	12:16	GLC
26....	*e*	19.27. 5	+0.13,85	+4. 2,2	16:20	JG
26....	*e*	20.21.49	+0.10,92	+6.38,0	16:20	»

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Gʳ.	Asc. droite moyenne 1903,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1903,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a BD — 6°,5865...	9,3	21.50.47,95	+2,43	−6.22.20,3	+16,5	Wien K. Zones.
b BD — 6°,5867...	7,3.	21.51. 0,03	+2,43	−6.17.20,1	+16,5	Wien K. Zones.
c Anonyme.......	10,5	21.49.12,38	+2,49	−4.33.44,0	+16,4	Rap. à BD — 4°,5568.
BD — 4°,5568...	5,7	21.49. 6,40	»	−4.43.52,1	»	Dublin, n° 997.
d BD — 4°,5564...	7,2	21.47.41,52	+2,50	−4.26.53,8	+16,3	Yarnall-Frisby, n° 9839.
e BD — 3°,5319...	9,5	21.47.43,34	+2,53	−3.26.13,7	+16,2	Rap. à BD — 3°,5316.
BD — 3°,5316...	8	21.47.18,60	»	−3.37.46,9	»	Sj., 8887.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1903.	Temps moyen de Paris.	α app.	Log. fact. parallaxe.	δ app.	Log. fact. parallaxe.
Juin 23....	h m s 13.30.44	h m s 21.51. 5,94	$9,336_n$	−6°.24′.28″,0	0,833
23....	14.30.27	21.51. 3,93	$9,073_n$	−6.22.16,4	0,838
25....	13. 3.54	21.49.10,37	$9,383_n$	−4.27.46,3	0,822
25.. .	13.44.11	21.49. 8,44	$9,253_n$	−4.26. 5,5	0,825
26....	13. 1.26	21.47.59,72	$9,378_n$	−3.21.55,3	0,819
26....	13.56. 1	21.47.56,79	$9,181_n$	−3.19.19,5	0,821

» *Remarques.* — Les observations ont été faites au micromètre bifilaire avec fils brillants et un grossissement de 100.

» Le 23, cirrus, images affaiblies.

» Le 25, cirrus très gênants; la comparaison de l'étoile *c* est très difficile.

» La deuxième observation, faite par passages, est gênée par les cirrus et par le fait de l'aspect planétaire du noyau dont la durée de passage est d'environ 1^s.

» Le 26, au chercheur, la comète a l'éclat d'une étoile de 7e grandeur. A la lunette, elle présente une nébulosité bleuâtre de 3′ à 4′ avec condensation qui entoure un noyau planétaire de l'éclat d'une étoile de grandeur 9,6; queue de 7′ à 8′ dirigée approximativement dans l'angle de 236°. »

PHYSIOLOGIE — *Influence de l'altitude sur la durée de la réduction de l'oxyhémoglobine chez l'homme.* Note de M. A. **Hénocque**, présentée par M. J. Janssen.

« M. Janssen a bien voulu me donner une mission ayant pour but de déterminer l'influence produite sur l'activité des échanges respiratoires interstitiels par des ascensions et le séjour à des altitudes pouvant être utilisées pour une action thérapeutique, par conséquent variant de 1000^m à 2500^m. Le massif du mont Blanc et les montagnes voisines présentent les conditions les plus favorables pour effectuer ces recherches en évitant l'action de la fatigue et du surmenage (voir le *Nota*). J'ai étudié les modifications de la durée de la réduction de l'oxyhémoglobine sur moi-même pendant un séjour de 3 semaines à Chamonix et dans le massif du mont Blanc en particulier, à Bel-Achat (6 jours) et au Brévent (2124^m et 2525^m). J'ai fait des recherches analogues, à titre de contrôle, aux Rochers de Naye (ascension par funiculaire, alt. 2085^m) en Auvergne; au lac Pavin, alt. 1197^m; Col de Diane, alt. 1400^m; enfin, au Puy de Dôme, alt. 1467^m.

» Avant de partir pour Chamonix, j'avais fait sur moi, pendant 2 semaines, des observations presque quotidiennes dont les résultats se résument ainsi : quantité d'oxyhémoglobine, 11,5 à 12 pour 100; durée de la réduction, 40^s à 70^s. En conséquence, l'activité de réduction atteignait 1,10 au lieu de 1 et ne descendait pas au-dessous de 0,85.

» A Chamonix, à 1050^m d'altitude, il y eut d'abord diminution de la durée de la réduction qui s'abaissa à 45^s et 50^s, mais, dès le sixième jour, à la suite d'une ascension de 250^m, la durée de la réduction atteint 60^s et 90^s, et dès lors elle conservera ces chiffres élevés, atteignant 115^s au Montanvert (alt. 1921^m).

» Ce phénomène persista pendant le reste de mon séjour à Chamonix, séjour interrompu par une ascension en funiculaire aux Rochers de Naye (2085^m d'altitude), durée de réduction 105 secondes. Il se maintint durant trois semaines consacrées à des ascensions en Auvergne, à Saint-Nectaire, au col de Diane, lac Pavin (1300^m à 1400^m d'altitude), et enfin au Puy de Dôme. La durée de réduction s'est donc maintenue entre 80 secondes et 100 secondes. Ce n'est que quatre jours après le retour à Paris qu'elle est redescendue à 50 secondes, à peu près comme au départ.

» En résumé, l'effet du séjour à ces altitudes a été nettement caractérisé par une prolongation remarquable de la durée de réduction de l'oxyhémoglobine, qui, pour certaines altitudes, a été portée à plus du double; en d'autres termes, l'activité des échanges respiratoires entre le sang et les tissus est devenue moitié moindre. En même temps la quantité d'oxyhémoglobine a progressivement diminué de 11,5 à 11 et 10 pour 100. Pour contrôler ces observations personnelles j'ai fait les mêmes recherches sur les individus vivant à ces altitudes; les résultats en sont exposés dans le Tableau que je présente à l'Académie :

» Au Châlet de Bel-Achat et au Brevent (2150^m et 2500^m d'altitude), les aubergistes, bergers, muletiers, serviteurs et servantes y demeurant depuis plusieurs mois, ou même plusieurs années, ont présenté des durées de réduction s'élevant de 85 à 105 secondes. Chez une femme de 70 ans, restée 14 ans aux Grands Mulets, et maintenant à Plan-Achat (1600^m d'altitude), la durée était de 90 secondes, avec 12 pour 100 d'oxyhémoglobine. A Bellevue près le col de la Forclaz (1300^m d'altitude), la durée a été de 80 secondes chez un voiturier de 46 ans, un aubergiste de 60 ans et une servante de 20 ans. A Chamonix, deux jeunes gens de 14 et 16 ans, après une série d'ascensions à 2000^m-3000^m et au delà, ont présenté la forte durée de 95 secondes et 105 secondes. Ils avaient 50 secondes à 60 secondes à Paris. Le Dr P. de Chamonix a une durée de 90 secondes avec 11,5 pour 100 d'oxyhémoglobine. Enfin, au Puy de Dôme, dans la famille du gardien qui demeure à l'Observatoire depuis plus de 20 ans, j'ai noté des durées de 85 secondes et 90 secondes pour le père et la mère, puis 80 secondes et 75 secondes chez leurs filles âgées de 17 ans et 4 ans, nées au Puy. M. X., attaché à l'Observatoire, a 10 pour 100 d'oxyhémoglobine et 95 secondes de durée. En résumé, chez ces vingt et un individus, la prolongation de la durée de réduction est la règle, elle oscille entre 80 secondes et 95 secondes; le mini-

mum 75 secondes a été rencontré chez la fillette de 4 ans, le maximum 105 secondes a été observé cinq fois au-dessus de 2000^m.

» Les quantités d'oxyhémoglobine ont été de 13 pour 100 dans 2 cas; 12 pour 100 dans 9 cas; 11 pour 100 dans 4 cas; 10, 5, 10 pour 100 dans 12 cas. Ce sont des quantités faibles pour la moitié des cas, l'anémie commençant à 10 pour 100.

Conclusion. — Le séjour aux altitudes de 1000^m à 2000^m produit une prolongation dans la durée de la réduction de l'oxyhémoglobine; ce phénomène donne une explication nouvelle de l'adaptation de l'organisme humain à ces hauteurs; il faut désormais tenir compte de l'activité d'oxygénation ou capacité respiratoire propre aux tissus, qui est elle-même sous la dépendance de la tension vasculaire des phénomènes osmotiques et de l'action du système nerveux sur la nutrition.

» En définitive, la diminution de l'oxygène de l'air, suite de la diminution de la pression atmosphérique à la montagne, ont pour résultat la diminution de l'activité de réduction, ou activité des échanges entre le sang et les tissus, ainsi que des phénomènes de dénutrition. Il y a économie sur les dépenses. Ces notions présentent une grande importance par leurs applications à l'hygiène et à la thérapeutique. En effet, la diminution de l'activité de réduction, aux altitudes de 1000^m à 2000^m, motive le séjour dans les stations climatériques élevées, lorsque l'activité des échanges étant exagérée au début de la tuberculose, les tuberculeux doivent bénéficier de cette action, en quelque sorte sédative, de la montagne. Mais il importe, dans ce cas, d'en constater et d'en étudier les effets par l'observation méthodique de la richesse du sang en oxyhémoglobine et celle de son activité de réduction.

» *Nota.* — Cette étude est basée sur plus de 300 observations hématospectroscopiques faites suivant ma méthode (*Comptes rendus,* t. CIII, n° 18, 1886, p. 817). La durée de réduction est le temps qui s'écoule à partir de l'application de la ligature du pouce jusqu'à la disparition des bandes caractéristiques de l'oxyhémoglobine, étudiées avec le spectroscope. Elle a été déterminée chez moi, comparativement par la ligature du pouce et par la ligature précédée d'une période d'arrêt volontaire de la respiration durant 15 secondes, de sorte que la durée totale de réduction comprend 15 secondes de réduction dans l'organisme entier, et le reste après la ligature du pouce. Les résultats ont été remarquablement concordants par les deux procédés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des séries.* Note de M. **W.-H. Young**, présentée par M. Picard.

« Considérons une série infinie de fonctions continues

$$(1) \qquad f'(x) = u'_1(x) + u'_2(x) + \ldots$$

dont la somme est une fonction continue. On distingue, comme l'on sait, deux sortes de points de convergence non-uniforme :

» 1° Les points dans le voisinage desquels $R_n(x)$ peut augmenter au delà de toute limite lorsque x et n varient d'une manière convenable; M. Osgood ([1]) appelle ces points *points* X;

» 2° Les points dans le voisinage desquels $R_n(x)$ reste inférieur à une limite finie.

» D'ailleurs, lorsque dans un intervalle considéré, il n'y a pas de points X, ou que leur ensemble est dénombrable, on sait ([2]) que l'on peut intégrer la série terme à terme et obtenir une série dont la somme est égale à $f(x)$ dans l'intervalle considéré.

» Je me propose d'établir ici une propriété nouvelle, relative à l'intégration de ces séries; à savoir :

» *Si l'on intègre terme à terme la série* (1), *et si la série obtenue est égale à l'intégrale du premier membre dans un certain intervalle, les points de cet intervalle où cette dernière série n'est pas uniformément convergente, s'il y en a, se trouvent parmi les points* X *de la série* (1).

» En particulier, *si la série* (1) *n'a pas de points* X, *la série intégrée sera uniformément convergente dans tout l'intervalle.*

» A cet effet, considérons la série obtenue en intégrant terme à terme la série (1), depuis une valeur fixe x_0 comprise dans l'intervalle jusqu'à une valeur x variable dans le même intervalle, et appelons $u_1(x)$, $u_2(x)$, ... les termes de la série obtenue. Cette série pourra s'écrire

$$f(x) = u_1(x) + u_2(x) + \ldots,$$

([1]) Voir Osgood, *Am. Journal of Math.*, t. XIX, 1897.

([2]) Cependant, dans la démonstration qui suit, nous supposons seulement que la somme $u_1(x) + u_2(x) + \ldots$ est une fonction continue.

ou encore

$$(2) \qquad f(x) = \sum_{i=1}^{i=n} u_i(x) + R_n(x).$$

Supposons, s'il y a lieu, que $x = \xi$ soit un point de convergence non uniforme de la série (2). On peut toujours trouver une série de points $\eta_1, \eta_2, \ldots$, ayant ξ pour point limite unique et tels que

$$|R_n(\eta_n)| > \lambda, \qquad n \geqq m_1,$$

λ étant un nombre positif donné suffisamment petit et m_1 un nombre entier positif que l'on peut déterminer.

» D'autre part on a

$$(3) \qquad f(\eta_n) - f(\xi) = \sum_{i=1}^{i=n} u_i(\eta_n) - \sum_{i=1}^{i=n} u_i(\xi) + R_n(\eta_n) - R_n(\xi).$$

La série (2) étant convergente et la fonction $f(x)$ continue, on a

$$\left.\begin{aligned} |R_n(\xi)| &< \varepsilon \\ |f(\eta_n) - f(\xi)| &< \varepsilon \end{aligned}\right\} \qquad m \geqq m_2 \geqq m_1,$$

ε étant aussi petit que l'on veut. Il en résulte

$$(4) \qquad \left| \sum_{i=1}^{n} u_i(\eta_n) - \sum_{i=1}^{i=n} u_i(\xi) \right| > \lambda - 2\varepsilon \qquad m \geqq m_2 \geqq m_1.$$

D'après le théorème de la moyenne, on peut écrire ensuite

$$(5) \qquad \sum_{i=1}^{i=n} u_i(\eta_n) - \sum_{i=1}^{i=n} u_i(\xi) = (\eta_n - \xi) \sum_{i=1}^{i=n} u'_i(\zeta_n),$$

où ζ_n est un certain point situé entre ξ et η_n et qui a donc pour limite unique ξ.

» Il suit de (4) et (5) que l'on peut trouver un nombre entier m' tel que pour $m \geqq m'$

$$\sum_{i=1}^{i=n} u'_i(\zeta_n) > M,$$

M étant un nombre positif donné.

» La série (1) étant convergente et continue, le reste $R_n(\zeta_n)$ devient

donc aussi grand que l'on veut pour n croissant indéfiniment. En d'autres termes, le point ξ est un point X pour la série (1). C. Q. F. D.

» Remarquons encore qu'il résulte du théorème énoncé plus haut et du théorème de M. Osgood déjà cité, que *si l'on peut intégrer terme à terme la série* (1), *le résultat obtenu étant égal à l'intégrale du premier membre, on pourra intégrer cette série autant de fois que l'on voudra.* »

MÉCANIQUE. — *Sur les lois expérimentales du frottement de glissement.* Note de M. **Henri Chaumat**, présentée par M. P. Painlevé.

« Soit S un corps solide mobile qui glisse sur un solide fixe Σ. Si les deux corps ne sont pas parfaitement polis, la réaction R exercée par Σ sur S au point de contact P des deux corps est *oblique* sur le plan tangent commun aux deux surfaces : soient N la composante de R normale à S, Φ sa composante tangentielle. On admet, d'après les travaux de Coulomb et de Morin, que Φ est directement opposée à la vitesse de glissement (vitesse de l'élément matériel P de S en contact avec Σ) et proportionnelle à N

$$\Phi = f\mathrm{N},$$

f désignant une constante qui ne dépend que de la rugosité des deux surfaces.

» Des expériences plus récentes semblent établir, d'une part, que f dépend, en réalité, de la vitesse v de glissement, et, d'autre part, que f, au lieu d'être constant, croît lentement avec N. Pour une valeur donnée v_0 de v, on aurait donc

$$(1) \qquad \Phi \geqq f_0\mathrm{N} \qquad (f_0 > 0, \text{ constante numérique}),$$

l'inégalité étant égalité pour les petites valeurs de N.

» Mais M. Painlevé a montré qu'une telle loi est en contradiction avec les équations du mouvement d'un solide, au moins dans certains cas réalisables. La contradiction résulte de ce fait que (toutes choses égales d'ailleurs) la rugosité plus ou moins grande des surfaces en contact modifie instantanément, non seulement la composante tangentielle Φ de la réaction, *mais encore la composante normale* N (sauf dans des cas très particuliers qui sont précisément ceux où se sont toujours placés les expérimentateurs).

» Je me suis proposé de reprendre, à ce point de vue, l'étude expéri-

mentale du frottement de glissement. Je me suis limité exclusivement au frottement *à sec* (ou *immédiat*) de deux solides qui, seul, semble se prêter à des mesures vraiment précises ([1]). Si l'on réfléchit au rôle de plus en plus grand que jouent dans la Mécanique générale (Thermodynamique, Chimie physique, etc.) ces forces retardatrices, analogues au frottement, qu'on introduit pour concilier la théorie et la réalité, peut-être trouvera-t-on quelque utilité à une étude approfondie de ce genre de forces dans le cas le plus net et le plus simple, le frottement direct de deux solides.

» Pour expliquer l'objet de mes expériences, il me faut entrer dans quelques détails théoriques. Limitons-nous, pour plus de clarté, au cas où le solide S est un disque plan qui glisse, dans un plan fixe, sur un autre disque plan immobile Σ. Par hypothèse S peut quitter Σ d'un certain côté : supposons que, à l'instant t, S glisse sur Σ, et soit P le point matériel de S en contact avec Σ, v sa vitesse (vitesse de glissement, tangente à Σ); soit Pt la demi-tangente commune à S et Σ menée dans le sens de v, soit Pn la demi-normale commune menée de Σ vers S (du côté, par conséquent, où S peut quitter Σ). Soient λ, μ les coordonnées du centre de gravité G de S par rapport aux axes Pt, Pn et ω la rotation instantanée de S à l'instant t (comptée positivement dans le sens tPn). Soient ρ et ρ_1 les rayons de courbure en P de S et de Σ, précédés du signe + ou − suivant qu'ils sont dirigés selon Pn ou en sens contraire.

» Enfin, soient L et (F) le couple et la force appliquée en G auxquels on peut réduire les forces *données* appliquées à S; soient F_t, F_n les composantes de F suivant Pt, Pn, et soient M la masse de S, MK^2 son moment d'inertie autour de G. Posons

$$Q = \lambda L - K^2 F_n - MK^2 \left[\omega^2\left(\mu + \frac{\rho\rho_1}{\rho_1 - \rho}\right) + \frac{v}{\rho_1 - \rho}(v - 2\rho_1\omega)\right].$$

» Si la quantité Q, bien déterminée à l'instant t, est négative, S quitte Σ. Si, au contraire, Q est positif, S reste en contact avec Σ; quand les deux disques sont parfaitement polis, la réaction R_1 est normale à S et, à l'instant t,

([1]) L'étude du frottement *médiat*, dont l'intérêt est plus grand au point de vue industriel, soulève des difficultés très diverses (influence de la couche liquide, de son épaisseur, de son homogénéité, etc.). C'est la quasi-impossibilité d'opérer dans des conditions vraiment définies et comparables qui explique, je crois, les divergences des résultats expérimentaux concernant le frottement médiat.

égale à $\frac{Q}{K^2+\lambda^2}$; si les disques sont rugueux, on a, dans tous les cas, la relation

$$(2) \qquad N + \frac{\lambda\mu}{K^2+\lambda^2}\Phi = \frac{Q}{K^2+\lambda^2} = R_1.$$

» On voit que N ne coïncide avec R_1 que quand λ ou μ est nul [1]. Sous une autre forme ($\lambda\mu$ étant $\neq 0$), si l'on injecte entre les deux disques, au point de contact P, une goutte d'huile qui annule sensiblement le frottement, la réaction N change brusquement de valeur. De plus, remarquons que le coefficient $\frac{\lambda\mu}{\lambda^2+K^2}$ change de signe quand on renverse le sens de toutes les vitesses; il est donc loisible de supposer, à l'instant *t*, ce coefficient négatif : si, en valeur absolue, il est supérieur à $\frac{1}{f_0}$ (f_0, coefficient de Coulomb), la loi de Coulomb est inadmissible, ainsi d'ailleurs que l'inégalité (1). Ajoutons enfin que l'égalité (2) suppose seulement les disques S et Σ sensiblement indéformables.

» On peut réaliser des systèmes S (en bois ou en métal) qui contredisent sûrement la loi de Coulomb : il suffit que $\frac{K''+\lambda^2}{\lambda\mu}$ soit $< f_0$ (f_0 coefficient de frottement vulgaire de bois sur bois ou de métal sur métal). Il faut pour cela *allonger* le disque S et lui ajouter une masse très dense à une de ses extrémités; on n'est limité que par les conditions de rigidité du système. Toutefois un tel appareil, outre qu'il serait coûteux, serait d'une observation très malaisée. Mais, puisque, dans des *cas extrêmes*, la loi de Coulomb est très éloignée de la vérité, il est certain que dans les cas *intermédiaires* cette loi doit être modifiée.

» Les expériences que j'ai poursuivies se résument schématiquement ainsi : un disque circulaire pesant mais *décentré* (j'entends, dont le centre géométrique n'est pas le centre de gravité) glisse sur une droite horizontale ou inclinée. Pour enregistrer le mouvement du disque, j'ai employé les méthodes et les instruments de chronophotographie de M. le Professeur Marey qui semblent pouvoir rendre à la Mécanique tant de services.

» Sans entrer ici dans la discussion des expériences, je signalerai ce résultat, indépendant de toute interprétation : *Toutes choses égales d'ail-*

---

[1] Si S est un disque circulaire dont G est le centre, λ est nul et $N = R_1$.

leurs, le rapport $\frac{\Phi}{N}$ diminue quand on décentre le disque; autrement dit, pour la même rugosité des surfaces en contact, la même vitesse de glissement et la même réaction normale N, Φ diminue quand on accentue le décentrement du disque, c'est-à-dire quand $|N - R_1|$ augmente, R_1 désignant la réaction qui s'exercerait (dans les mêmes conditions) si les deux surfaces en contact étaient parfaitement polies. »

PHYSIQUE. — *L'électro-typographe et le télé-typographe.* Note de M. DE TAVERNIER, présentée par M. d'Arsonval.

« L'électro-typographe est une machine qui fabrique la composition typographique en caractères mobiles, fondus au fur et à mesure, et disposés en lignes justifiées à $0^{mm},1$ près. Cette fabrication individuelle des caractères assure leur netteté et la régularité de leur hauteur, conditions essentielles d'une bonne impression, en même temps qu'elle rend les correction faciles.

» Comme dans toute machine à composer, la première partie du travail consiste dans la reproduction du manuscrit par le jeu des doigts sur un clavier, mais ici on a fait du clavier un appareil distinct de la machine à fondre les caractères, parce que le travail du premier a lieu avec une vitesse variable, dépendant de l'opérateur et des difficultés du manuscrit, tandis que la seconde doit fonctionner avec une vitesse aussi uniforme que possible.

» L'organe intermédiaire entre les deux appareils est une bande de papier, dans laquelle le travail du clavier est enregistré par des perforations et qui constitue un cliché pouvant repasser plusieurs fois sur la machine à fondre pour fournir des réimpressions.

» Le clavier est celui d'une machine à écrire ordinaire; les doigts de l'opérateur n'ont à fournir qu'une pression très légère pour opérer l'enclenchement du mécanisme dépendant de chaque touche avec un organe d'entraînement mû mécaniquement.

» En même temps que la bande enregistreuse reçoit ses perforations, la machine à écrire fournit une copie qui joue le rôle très précieux d'une épreuve de correction disponible avant qu'on ait fondu les caractères : grâce à elle, il est possible de réaliser les grosses corrections par coupures et recollages de la bande perforée.

» Pendant que l'opérateur compose une ligne, un compteur enregistre et totalise les épaisseurs de tous les caractères dont on frappe les touches; en même temps, un autre organe additionne les mouvements de la touche des espaces que l'on frappe après chaque mot. A la fin de la ligne, l'appareil a déterminé l'épaisseur exacte des espaces qu'il faudra fondre pour justifier cette ligne. Sa valeur est alors inscrite en perforations sur la bande enregistreuse par la manœuvre machinale d'un simple levier, sans que l'opérateur ait à se préoccuper du résultat ni à en prendre connaissance.

» La bande perforée, transportée sur la machine à fondre, y est déchiffrée par un liseur électrique, dont les indications se transmettent à un traducteur mécanique qui a été inspiré par le combinateur du télégraphe Baudot. La machine à fondre emploie des courants faibles, à peu près analogues à ceux de la télégraphie.

» Le jeu du traducteur a pour but d'aller choisir dans un chariot mobile la matrice qui doit se porter contre un moule dans lequel sera injecté le métal liquide à 300° qui va former le caractère. Grâce à un mécanisme très ingénieux, cette matrice, quittant le chariot mobile, vient s'arrêter contre le moule au moment de la fonte et reprend ensuite sa place dans le chariot, qui ne s'est pas arrêté.

» Les caractères, une fois fondus et refroidis instantanément, sont façonnés par des couteaux qui leur font subir les ébarbages nécessaires, et viennent s'aligner dans un canal. Chaque fois qu'une ligne est complète, elle est entraînée automatiquement dans une galée où elle s'ajoute aux précédentes. Les lignes sont de longueurs égales, c'est-à-dire justifiées, car les espaces entre les mots sont fondus chaque fois avec la dimension préalablement calculée par le compteur de la machine à écrire.

» La machine à fondre produit de 4600 à 5200 caractères à l'heure et la machine à écrire 9000 à 10000 avec un opérateur un peu entraîné.

» L'électro-typographe est complété par l'appareil de télé-typographie qui, pouvant répéter à toutes distances les perforations de la bande enregistreuse, permet de composer le même texte en même temps dans plusieurs villes différentes.

» Cet appareil, qui emploie beaucoup d'organes du télégraphe Baudot, se compose essentiellement :

» 1° Au poste transmetteur, d'un appareil à peu près analogue à celui de la machine à fondre précédemment citée, dans lequel la bande perforée se déroule automatiquement : les courants envoyés dans la ligne sont classés au départ par un distributeur tournant comme dans le Baudot;

» 2° Au poste récepteur, d'un distributeur rotatif pareil au précédent et tournant synchroniquement avec lui grâce au régulateur Baudot : il opère à l'arrivée le triage des courants qu'il envoie aux électro-aimants qui gouvernent le jeu des poinçons d'un perforateur, lequel reproduit la bande du poste transmetteur.

» Avec un seul fil de ligne, cet appareil peut fonctionner en triple, c'est-à-dire perforer en même temps trois bandes différentes et débiter 33000 caractères par heure. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la théorie des aciers au nickel.* Note de M. Ch.-Ed. Guillaume, présentée par M. Mascart.

« Les aciers au nickel possèdent des propriétés irréversibles ou réversibles, c'est-à-dire douées ou non d'hystérèse thermique, suivant leur teneur en fer et en nickel; cette particularité, qui semble à première vue

constituer un caractère fondamental des deux catégories d'alliages, laisse cependant apparaître, entre leurs propriétés, une évidente analogie, qui ressort nettement de la comparaison suivante :

» Les phénomènes simultanés qui accompagnent le refroidissement graduel sont, dans les aciers au nickel

Irréversibles :	*Réversibles :*
L'apparition du magnétisme avec forte hystérèse thermique;	L'apparition du magnétisme comme fonction bien définie de la température;
L'augmentation irréversible du volume, ou dilatation réelle de l'alliage avec forte hystérèse;	La déviation positive de la courbe normale de contraction, c'est-à-dire une dilatation virtuelle de l'alliage;
La diminution irréversible du module d'élasticité, contraire au phénomène normal;	La diminution réversible du module d'élasticité, contraire au phénomène normal;
Un dégagement irréversible de chaleur.	Pas de phénomènes thermiques irréversibles, phénomènes réversibles probables.

» Dans les deux classes d'alliages, les phénomènes se distinguent donc uniquement par l'hystérèse thermique. On est dès lors fondé à les envisager comme étant de même nature, et à attribuer à l'hystérèse thermique un caractère secondaire, comme l'hystérèse de champ est un caractère accessoire des phénomènes magnétiques dans le fer et les aciers. Or, puisque les phénomènes observés sont de même nature intime, on est tout naturellement conduit à les rattacher à la même cause.

» On sait, d'autre part : 1° que le fer éprouve, vers 890°, une transformation caractérisée au refroidissement par un brusque dégagement de chaleur et une subite dilatation linéaire de $\frac{3}{1000}$ (passage de l'état γ à l'état β); une deuxième transformation, faisant apparaître le ferro-magnétisme, se produit vers 755° (passage de β à α) (H. Le Chatelier, Osmond, P. Curie, etc.); 2° que des additions progressives de nickel au fer abaissent les températures des deux transformations avec une vitesse inégale, et les amènent à se confondre, au refroidissement, pour 4 pour 100 de nickel et, au réchauffement, pour 8 pour 100 de nickel environ (Osmond); 3° que, au-dessus de la transformation supérieure, le fer possède une dilatabilité linéaire égale à $\frac{20}{1000000}$ environ par degré (H. Le Chatelier, Charpy et Grenet), alors qu'aux températures ordinaires sa dilatabilité est de $\frac{11}{1000000}$ seulement.

» Le nickel, de son côté, ne présente qu'une transformation, celle qui

fait apparaître ou disparaître le magnétisme à 340°, sans variation appréciable du volume.

» En rapprochant ces faits de l'anomalie de dilatation des aciers-nickels, on est conduit d'abord à admettre que, dans les alliages irréversibles, tout se passe comme si, par le fait de la présence du nickel, le fer pouvait être amené jusqu'au seuil de la transformation faisant apparaître le magnétisme, en conservant toutes les propriétés de l'état γ, l'état α étant alors atteint par une transformation en faux équilibre.

» Les relations quantitatives que l'idée de cette transformation permet de prévoir sont conservées; en effet, si l'on extrapole jusqu'à 0° la courbe de dilatation du fer à l'état γ, on trouve qu'elle passe à 8^{mm} par mètre au-dessous du point réellement observé. Or, d'une part, la dilatabilité linéaire d'un alliage de fer avec 25 pour 100 de nickel, non magnétique aux températures ordinaires, est égale à $\frac{18}{1000000}$ par degré; d'autre part, la transformation à température basse allonge de 6^{mm} une barre de 1^m, sa dilatabilité étant alors de $\frac{10}{1000000}$ à $\frac{11}{1000000}$.

» Le changement de longueur dans la transformation satisfait donc à la loi des mélanges, le fer, dans l'alliage en question, étant dilué de $\frac{1}{4}$. La dilatation, qui satisfait à la même loi avant la transformation, semble légèrement en défaut après la transformation, parce qu'elle n'était pas complète dans les échantillons étudiés, une très faible partie du fer étant encore susceptible d'éprouver la transformation réversible; mais la dilatation devient normale et répond absolument à la loi des mélanges pour une plus forte teneur en fer, relevant la température du début de la transformation, qui est alors complète aux températures ordinaires.

» Les analogies établies plus haut suffiraient déjà pour permettre d'affirmer que les anomalies des alliages réversibles sont dues également aux transformations du fer, dont l'état actuel, dans l'alliage, est une fonction bien définie de la température, au petit résidu près révélé par les déformations passagères des aciers-nickels, bien distinctes, dans leur nature comme dans leur cause, des changements observés dans les métaux soumis à une déformation mécanique préalable, ainsi que je l'ai antérieurement démontré.

» Mais on peut trouver d'autres preuves de l'identité de cause des anomalies dans les deux catégories d'alliages.

» J'ai décrit récemment l'allure de la dilatation d'une barre contenant 30,4 pour 100 de nickel, susceptible de subir d'abord une partie de la

transformation sous la forme réversible, puis éprouvant la transformation irréversible à une température très basse. Par cette dernière, la dilatation de la barre se trouvait relevée; le fer, définitivement transformé, n'était plus susceptible alors d'éprouver les changements réversibles abaissant la dilatation de l'alliage.

» On démontre facilement enfin que, dans les alliages réversibles, les relations quantitatives sont conservées comme dans les irréversibles; il suffit pour cela de prolonger par-dessus la région des anomalies les courbes de dilatation établies en dehors de cette région et de mesurer leur distance verticale. Au degré de certitude des expériences faites jusqu'ici, cette distance correspond à la variation de volume du fer contenu dans l'alliage, dans sa transformation de l'état γ à l'état α et inversement.

» Nous pouvons donc admettre que les alliages réversibles d'acier au nickel sont constitués par des solutions réciproques du nickel avec le fer, tendant à se mettre dans l'état d'équilibre défini par des proportions de fer α et γ correspondant à chaque température. »

OPTIQUE. — *Sur le dichroïsme spontané des liqueurs mixtes.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

« Parmi les groupements de liquides et de solides cristallins qui produisent dans le champ magnétique un dichroïsme sensible ([1]), c'est-à-dire qui polarisent partiellement la lumière, il y en a qui présentent cette propriété à un haut degré; indépendamment de ceux dont je parlerai plus loin, je citerai le liquide mixte formé par l'association de l'alcool amylique et du chlorate de potasse; cette liqueur modifie la composante perpendiculaire au champ plus énergiquement que la composante parallèle (d. négatif) et son acuité est telle que la proportion de lumière polarisée peut être considérable; dans une de mes expériences, elle atteignait 90 pour 100; une telle cuve constitue alors un véritable polariseur, et l'on peut mettre ce fait en évidence par une expérience simple : on introduit en arrière de cette cuve une des lames de gypse que l'on emploie pour montrer les phénomènes de polarisation chromatique (étoile, papillon, etc.) et, en la regardant à travers un nicol, on constate que les dessins colorés apparaissent dès qu'on excite le champ; ils persistent même quand on supprime

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1060 et 1438.

le courant parce que l'orientation des lamelles cristallines subsiste quelques instants, comme je l'ai précédemment indiqué.

» L'activité de certaines liqueurs m'a fait penser qu'on pourrait avoir un dichroïsme sensible avec des champs magnétiques beaucoup plus faibles; par exemple, avec ceux qu'on obtiendrait sans électro-aimants, avec de simples barreaux d'acier aimanté. Il en est effectivement ainsi; si bien qu'en approchant et en éloignant de tels barreaux, on polarise plus ou moins la lumière et l'on voit apparaître et disparaître les colorations dans le polariscope employé.

» Pour juger de la sensibilité de cette action, j'ai éloigné graduellement les barreaux aimantés de façon à diminuer l'intensité du champ magnétique et j'ai constaté non sans étonnement que la liqueur continuait à polariser la lumière, alors que les aimants étaient placés à plusieurs mètres de l'appareil, et même lorsqu'on les enlevait tout à fait de la pièce où l'on opérait; la composante verticale continuait à subir une modification plus importante que la composante horizontale.

» Il n'a pas semblé que le champ magnétique terrestre pût être considéré comme la cause du phénomène (et d'ailleurs on peut s'en assurer par des expériences faites dans différentes directions horizontales) et j'ai cherché quelle était l'action qui pût se manifester différemment suivant l'horizontale et la verticale pour produire ce *dichroïsme spontané*. Je crois pouvoir l'attribuer au champ de la pesanteur qui intervient pour orienter les lamelles tenues en suspension dans le liquide.

» *A priori* on reconnaît que sous l'influence de la pesanteur et aussi sous l'influence des forces moléculaires telles que la capillarité, le frottement, la viscosité, etc., les lamelles pourront soit tomber verticalement (c'est le cas des lamelles plongeantes) soit descendre sans qu'aucune des droites du plan de la lame soit verticale (c'est le cas des lamelles planantes). Dans le premier cas où toutes les lamelles sont parallèles à la verticale, on aura le dichroïsme négatif si le solide est plus réfringent que le liquide; dans le second cas on reconnaît, par des considérations analogues à celles que j'ai développées antérieurement, que les lamelles parallèles au champ seront seules efficaces pour produire le dichroïsme positif; le changement de l'ordre des réfringences du solide et du liquide entraînera encore le changement de signe du dichroïsme.

» Pour vérifier cette hypothèse, relative à l'action de la pesanteur, j'ai envoyé de bas en haut un rayon lumineux qui traversait la cuve verticalement; dans ces conditions, les vibrations lumineuses s'effectuent dans un plan horizontal, c'est-à-dire perpendiculairement à la verticale et les lamelles qui, dans les deux cas, sont orientées symétriquement par rapport à la verticale, agissent de la même façon sur les deux composantes et ne produisent alors aucune polarisation du faisceau.

» Le champ magnétique pourra enfin modifier ce dichroïsme spontané en le renforçant, en le diminuant ou même en changeant son signe. Le renforcement se produira, par exemple, dans le cas des lamelles à la fois planantes (parallèles aux différentes horizontales) et paramagnétiques, puisque le champ, orientant les lamelles parallèlement à sa direction, augmentera le nombre des lamelles efficaces; l'inversion se manifestera, en particulier, pour les lamelles à la fois plongeantes et paramagné-

tiques, puisque par l'action du champ horizontal elles cesseront d'être parallèles à la verticale et deviendront parallèles à l'horizontale. En tournant le commutateur, on fera donc basculer ces lamelles et l'on observera la permutation des teintes des différentes plages du polariscope; la rupture du courant les abandonnera ensuite et elles tomberont en reproduisant la première disposition de couleurs.

» Cette apparence curieuse se manifeste entre autres avec l'acide borique en suspension dans l'essence de térébenthine.

» Tous les autres cas de renforcement, d'affaiblissement ou d'inversion se présentent également et j'ai groupé les principaux dans le Tableau suivant :

		Signe du dichroïsme	
		spontané.	magnétique.
	Carbonate de potasse et pétrole	+	+
	» et alcool amylique	+	+
	Chlorate de potasse et alcool amylique	—	—
	» et alcool butylique	—	—
	» et phénol	+ (faible)	+
	Oxalate de potasse et phénol	+ (faible)	+
Inversion.	Acide borique et amylène	—	+
Inversion.	» et pétrole	+	—
Inversion.	» et chloroforme	+	—
Inversion.	» et essence de térébenthine	+	—
Inversion.	» et sulfure de carbone	+	—
Inversion.	» et benzine	+	—
Inversion.	» et toluène	+	—
Inversion.	» et xylène	+	—
Inversion.	» et cumène	+	—
Inversion.	» et cinnamène	+	—

» Toutes ces liqueurs qui offrent le dichroïsme spontané sont aussi celles qui, sous l'influence du champ magnétique, sont les plus actives; la réciproque de cette proposition est également vraie et ce Tableau fournit en même temps la liste des groupements les plus énergiques au point de vue magnétique; cette circonstance tient à ce que les conditions que je signalais antérieurement comme nécessaires à la production du dichroïsme (forme, densité, indice, etc.) y sont réalisées au plus haut degré; il n'y manque plus que l'action directrice et la plus faible dissymétrie produite soit par le magnétisme soit par la pesanteur suffit pour faire apparaître le phénomène. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes de l'antenne de la télégraphie sans fils.* Note de MM. **André Broca** et **Turchini.**

« Nous avons pu réaliser un électrodynamomètre pour courants de haute fréquence. Il se compose d'une lame d'aluminium de 30^{μ} d'épaisseur, de 1^{cm} de large, et de 80^{cm} de long, encastrée verticalement à son extrémité supérieure, et horizontalement à sa partie inférieure. L'appareil est réglé de manière que la lame ait une longue partie, à peu près verticale. De part et d'autre de celle-ci sont deux lames fixes, de 1^{cm} de large, réunies par une de leurs extrémités. Le courant passe dans les deux lames fixes en sens inverse, puis dans la lame mobile, qui est alors déviée. On lit cette déviation au microscope. L'appareil est étalonnable en courant continu moyennant une précaution; la lame mobile est en effet déviée par le champ magnétique terrestre; pour avoir la valeur de la déviation électrodynamométrique, il suffit d'opérer par inversion du courant dans les lames fixes. On a ainsi le double de la déviation électrodynamométrique prise à partir du zéro déplacé par l'action terrestre.

» Les lames sont placées dans un conducteur creux mis en communication avec un de leurs points seulement. Cet appareil nous a permis d'étudier avec précision la variation de la résistance des métaux en fonction de la fréquence au moyen de circuits de décharge de condensateurs. Nous donnerons ultérieurement ces résultats. Réciproquement la comparaison de l'échauffement d'un fil de cuivre de $0^{mm},6$ de diamètre, placé dans un calorimètre, à la déviation de l'électrodynamomètre nous permet de mesurer avec précision la fréquence d'un courant quand elle est comprise dans les limites de son étalonnage.

» Nous avons alors placé ces deux appareils en série sur le trajet d'une antenne, et nous allons indiquer aujourd'hui les résultats déjà obtenus. Nous n'affirmerons pas la parfaite exactitude de nos nombres, mais la nature des phénomènes est indiscutable, et nous comptons nous occuper d'avoir des nombres plus exacts.

» Pour éliminer l'effet des variations de l'intensité du courant le long de l'antenne, on laisse immobiles les connexions des deux appareils entre eux, et l'on inverse les communications de l'ensemble avec l'antenne d'une part et l'étincelle de l'autre; on voit alors que les indications des deux instruments varient en sens inverse; les moyennes de leurs indications correspondent aux indications qu'ils auraient respectivement s'ils étaient placés simultanément au point moyen. Nous avons vérifié d'ailleurs que cette approximation était permise en déplaçant l'électrodynamomètre le long de l'antenne. La loi de la variation du courant est d'allure simple, mais nous

n'avons pu encore en déterminer soigneusement assez de points pour en donner la forme mathématique.

» L'antenne est formée par un câble à lumière de 5^{mm} de diamètre, isolé à la gutta, suspendu dans le laboratoire. Nous avons vérifié que sa période d'oscillation était peu dépendante de sa situation par rapport aux murs ou au sol. Nous avons ainsi obtenu les chiffres suivants :

Antenne de 90^m....................	600000 à la seconde
» 56^m....................	1000000 »

» Pour les antennes plus courtes, nous avons eu des résultats paradoxaux dus peut-être à ce que nos appareils eux-mêmes faussent les phénomènes.

» L'antenne de 90^m donne une longueur d'onde de 500^m, alors que, par la théorie admise, on en attend une de 360. L'antenne de 56^m donne une longueur d'onde de 300^m au lieu de 240^m attendus. Cela tient probablement à l'existence de la perturbation aux extrémités, bien connue dans les phénomènes de Hertz. Ces résultats sont indépendants de la longueur d'étincelle.

» Dans ces expériences, l'électrodynamomètre présente des déviations dissymétriques par rapport au zéro quand on inverse le courant dans les lames fixes. *Le point moyen ne change pas soit en changeant ses connexions avec l'antenne, soit en changeant la polarité de celle-ci, ou en changeant le sens du courant dans la lame mobile.*

» Cette dissymétrie n'est donc due ni à une action électrodynamique, ni à une action électromagnétique ; elle est due à la différence de potentiel de marche entre les lames fixes et le point de la lame mobile sur lequel elles agissent ; en effet, à cause de la dissymétrie inévitable de l'appareil, celui-ci fonctionne comme électromètre idiostatique. Nous avons vérifié le fait et étalonné l'appareil fonctionnant dans ces conditions au moyen d'un transformateur à 170 volts ; nous avons alors pu comparer la valeur de cet effet pour des décharges de même fréquence et de même intensité, c'est-à-dire donnant respectivement les mêmes déviations à l'électrodynamomètre et au calorimètre. Dans ces conditions, nous avons vu que pour une intensité efficace de 0,7 ampère et une fréquence de 1200000 environ, la différence de potentiel de marche le long du fil de cuivre de $1^m,60$ de long et de 2^{mm} de diamètre qui établit les connexions entre les lames de l'électrodynamomètre était de 150 volts environ pour le circuit de décharge du condensateur, de 400 volts environ pour l'antenne.

» Nous avons ensuite vérifié la loi suivante :

» *Malgré la variation considérable du courant le long de l'antenne, cette différence de potentiel est sensiblement constante tout le long de l'antenne ; donc la répartition des potentiels le long de l'antenne est sensiblement linéaire*, au moins sur les trois quarts de l'antenne.

» Dans le cas de décharge de condensateur, les lois ordinaires de l'induction lente sont applicables, la force électrique est tangentielle comme le montre le fait que les circuits ne se couvrent jamais d'aigrettes et celui que les périodes calculées par la formule de Thomson sont exactes; au contraire, dans le cas de vibrations excitées dans un fil, il y a des nœuds et des ventres d'intensité et de potentiel, la force électrique est normale au conducteur, comme l'a montré Gutton, comme on le voit par l'expérience simple de la formation des aigrettes. Dans ces conditions, il y a aussi un rayonnement considérable d'énergie. L'énergie correspondant à la différence de potentiel que nous venons de définir est certainement l'origine de ce rayonnement, on peut appeler celle-ci *force électromotrice de rayonnement*. Elle dépend de l'intensité du courant suivant une loi complexe que nous étudions en ce moment. »

ÉLECTRICITÉ. — *Cohésion diélectrique des gaz et température.* Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« Pour étudier la variation de la cohésion diélectrique des gaz avec la température, j'ai employé une étuve électrique dans laquelle sont contenus le condensateur et le ballon à gaz raréfié placé entre ses plateaux.

» 1. Le robinet du ballon étant fermé et, par conséquent, la masse de gaz contenue dans l'appareil étant constante, on trouve que, aux pressions supérieures à quelques millimètres de mercure, le champ critique demeure invariable pour toute température inférieure à 190°. Voici quelques exemples :

Air.

Pression à 17° .... $4^{cm},220$

Température.	Champ critique en volts par centimètre.	Excès sur la moyenne.
20°,5	2074	+2
20,5	2071	−1
63,5	2062	−10
81,0	2088	+16
127,5	2012	−30
144,5	2082	+10
164,5	2050	−22
167,5	2047	−25
Moyenne...	2072	

Hydrogène.

Pression à 17°........... 7^cm,103

Température.	Champ critique en volts par centimètre.	Excès sur la moyenne.
18°,5	1815	+ 6
18,5	1802	— 7
64,0	1805	— 4
117,5	1821	+12
159,5	1806	— 3
Moyenne...	1809	

Mélange d'oxygène et d'hydrogène (43,6 pour 100 d'hydrogène).

Pression à 17°........... 7^cm,649

Température.	Champ critique en volts par centimètre.	Excès sur la moyenne.
45°,5	2379	—21
61,5	2381	—19
161,5	2429	+29
187,5	2412	+12
Moyenne...	2400	

» De l'ensemble de toutes les mesures il résulte que la variation, si elle existe, ne peut certainement dépasser $\frac{1}{100}$ entre la température ordinaire et 190°. Ce résultat s'applique, non seulement à l'air, à l'hydrogène, à l'acide carbonique, mais même aux mélanges gazeux tels que ceux d'hydrogène et d'acide carbonique ou d'hydrogène et d'oxygène pour lesquels la cohésion diélectrique, mesurée à la température ordinaire (¹), est très sensiblement inférieure à la moyenne des cohésions diélectriques des gaz mêlés.

» Ainsi l'on arrive à cette loi remarquable que *la cohésion diélectrique d'un gaz ou d'un mélange de gaz ne dépend que de la distance moyenne des molécules,* tant que la molécule ou les groupements moléculaires ne sont pas altérés. A volume constant, la cohésion diélectrique est indépendante

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 669.

de la température. A pression constante, elle varie en raison inverse de la température absolue.

» 2. On sait qu'à basse pression la différence de potentiel critique est la somme de deux termes dont l'un, indépendant de l'épaisseur de la masse gazeuse libre, dépend essentiellement de la couche gazeuse adhérente à la paroi, et devient très largement prépondérant aux très basses pressions ([1]). L'élévation de température détruisant partiellement la couche adhérente, doit, d'après les idées que j'ai développées ailleurs ([2]), augmenter cette différence de potentiel et, par conséquent, aussi le champ critique. C'est ce que l'expérience vérifie.

» Les mesures suivantes se rapportent à l'hydrogène :

Pression en centimètres.	Température.	Champ critique.	Rapport au ch. crit. à froid.
0,03612	31°,5	143	»
	182,0	188	1,315
0,00865	19,5	729	»
	194,5	895	1,227

» 3. Les expériences qui précèdent ont été exécutées avec un ballon formé d'un cristal qui m'avait été signalé, par M. Chabaud, pour l'excellence de son isolement.

» Mes expériences antérieures avaient été faites sur des ballons de verre, et j'ai d'abord été gêné par la conductibilité que ce verre acquiert dès une température assez peu élevée. Rappelons que le champ est produit à la faveur d'une étincelle qui jaillit entre des tiges métalliques en relation avec les pôles d'une batterie de petits accumulateurs, et des godets à mercure communiquant avec les plateaux du condensateur. Entre l'instant où l'étincelle commence à jaillir et celui où, les tiges affleurant le mercure des godets, le champ atteint sa valeur maximum, il s'écoule un temps fini. Pendant cet intervalle, le verre livre passage à une certaine quantité d'électricité, appelée, par influence, à circuler à travers sa masse. Les parois du ballon ainsi électrisées en sens contraire du plateau de condensateur le plus voisin, agissent pour diminuer le champ intérieur au ballon. Pour que le champ efficace conserve une valeur invariable, il faut donc que le champ extérieur croisse dans un rapport r. Tant que l'excès de r

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 40.

([2]) *Journal de Physique*, 4e série, t. II, p. 401.

sur l'unité ne sera pas trop grand, il demeurera sensiblement proportionnel à la conductibilité du verre et, celle-ci croissant avec la température, suivant une loi très rapide, il en sera de même de $r - 1$. C'est ce que l'expérience m'avait montré tout d'abord.

» La température à partir de laquelle la cohésion diélectrique a paru croître d'une manière appréciable s'est montrée indépendante de la nature du gaz. Elle était de 85° pour le ballon de verre qui m'a servi d'abord, de 135° pour un premier ballon de cristal de mêmes dimensions, enfin de 190° pour le ballon de cristal, de qualité exceptionnelle, auquel se rapportent toutes les mesures rapportées ci-dessus. »

PHYSIQUE. — *Détermination de l'équivalent électrolytique de l'argent.* Note de MM. **Pellat** et **Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« Les déterminations les plus récentes de l'équivalent électrolytique de l'argent, dues à MM. Potier et Pellat (1), d'une part, et à MM. Patterson et Guthe (2), d'autre part, avaient conduit à une même valeur : 0,011192 C.G.S. Mais les expériences postérieures de MM. Richards, Collins et Heimrod (3) ont pu faire croire que ce nombre était trop élevé de deux millièmes environ. Il était donc utile de reprendre cette détermination, et nous en avons fait le projet dès 1900 (4).

» Dans ce but, l'un de nous (5) a étudié au préalable l'électrolyse de l'azotate d'argent, examiné les diverses causes qui influent sur la masse du dépôt cathodique, et fixé les conditions dans lesquelles il fallait se placer pour obtenir avec certitude et précision cette constante physique.

» Nous avons ensuite repris la méthode de MM. Potier et Pellat avec les modifications suivantes :

» 1° Le voltamètre a été constitué par une capsule hémisphérique en argent, formant cathode, ayant une surface de 300^{cm^2}. Elle recevait une solution normale d'azo-

(1) Potier et Pellat, *Journal de Physique*, 2e série, t. IX, 1890, p. 381.

(2) *Physical Review*, t. VII, déc. 1898, n° 39.

(3) *Proceeding of the American Academie*, 1899.

(4) A. Leduc, *Rapport présenté au Congrès international de Physique à Paris*, 1900.

(5) A. Leduc, *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 23, 237 et 395. — *Journal de Physique*, 4e série, t. I, p. 561.

tate d'argent, neutre au méthylorange. L'anode était formé d'argent pur, cristallin, provenant d'électrolyses antérieures, contenu dans une sorte d'entonnoir renversé, et séparé du bain par une feuille de papier à filtre entre deux mousselines. La surface anodique était d'eviron 50^{cm^2}, et le courant voisin d'un ampère, de sorte que la densité anodique était voisine de 0,002 C.G.S., ainsi qu'il convient.

» 2° La durée de l'expérience a été de 2 à 3 heures, et la masse d'argent déposée de $8^g,3$ à $12^g,4$. L'influence des diverses causes d'erreur (incertitude sur le commencement et la fin de l'expérience, période variable du courant, erreurs de pesées, lavages, etc.) se trouvait ainsi considérablement réduite.

» 3° Les éléments de Daniell ont été remplacés par des accumulateurs qui ont donné, grâce à un réglage facile, un courant d'une fixité remarquable.

» Le circuit comprenait un rhéostat, un interrupteur et une résistance r de $1^{\omega},4$ environ, formée par un fil de constantan nu, plongé dans un bain de pétrole. La différence de potentiel ir aux extrémités de cette résistance était opposée à la force électromotrice d'un élément Latimer-Clark, et l'égalité constatée au moyen d'un électromètre capillaire. L'équilibre était maintenu aisément pendant toute la durée de l'expérience en agissant à peine sur le rhéostat. La période de réglage, au début, ne durait qu'une fraction de minute, et encore le courant avait-il à peu près son intensité définitive pendant cette période.

» Pour connaître en valeur absolue l'intensité du courant, nous avons déterminé la force électromotrice du Latimer-Clark. A cet effet, on a substitué au voltamètre, dans le dispositif précédent, l'électrodynamomètre absolu imaginé par l'un de nous [1], et l'on a opposé le même Latimer-Clark à la différence de potentiel IR produite aux extrémités d'une deuxième résistance R de $4^{\omega},8$ environ, constituée exactement comme la première. L'intensite I du courant qni donne lieu à l'équilibre est ainsi voisine de 0,3 ampère.

» On avait donc, en désignant par E_1 et E_2 les valeurs de la force électromotrice de ce même élément aux températures t_1 et t_2, peu différentes, d'ailleurs, des deux expériences :

$$ir = E_1, \qquad IR = E_2, \qquad \text{d'où} \qquad i = I\frac{R}{r}\frac{E_1}{E_2}.$$

» Le coefficient de variation de E avec la température fut déterminé avec soin et trouvé égal à $-0,000845$. Le rapport $\frac{R}{r}$ des résistances fut

(1) H. PELLAT, *Comptes rendus*, t. CIII, 1886, p. 1189. — *Journal de Physique*, 2e série, t. VI, 1887, p. 175.

fourni par la moyenne d'un grand nombre de déterminations bien concordantes faites avant et après la série d'expériences, en tenant compte des erreurs de la boîte de résistances. Les coefficients de variation avec la température de R et de r furent trouvés très faibles (0,0000309 et 0,0000064).

» Le temps a été mesuré au moyen d'un excellent chronomètre de Winnerl, comparé à l'horloge astronomique de la Sorbonne.

» Enfin, toutes les pesées ont été corrigées de la poussée de l'air et les poids étalonnés par rapport à un gramme dont la valeur a été déterminée au Bureau international des Poids et Mesures.

» Trois électrolyses ont été faites ainsi, précédées et suivies de déterminations du Latimer-Clark. En voici les résultats :

Date.	Masse d'argent déposée (M).	Quantité d'électricité en unités C.G.S. (m).	Équivalent électrolytique $\left(\frac{M}{m}\right)$.
	g		
18 mars......	10,2879	919,16	0,011 193
1er avril......	8,2663	738,37	0,011 195
11 mai.......	12,3970	1107,28	0,011 196

» Ces expériences sont, comme on le voit, très concordantes. Leur moyenne donne pour l'équivalent électrolytique de l'argent le nombre 0,011 195. Eu égard à leur durée et surtout à leur régularité, il conviendrait de leur attribuer des poids croissants de la première à la dernière, ce qui élèverait légèrement la moyenne, mais ne modifierait pas le dernier chiffre conservé.

» Quant à l'erreur systématique totale, elle ne paraît pas pouvoir dépasser un $\frac{1}{2}$ millième.

Nous considérons donc comme certain que la masse d'argent déposée par un coulomb dans les conditions fixées plus haut est comprise entre $1^{mg},119$ et $1^{mg},120$, conformément aux résultats rappelés au début de cette Note.

» *Appendice.* — La comparaison de la résistance R avec un ohm mercuriel, placé dans la glace fondante, a permis de déduire des déterminations précédentes la valeur absolue de la force électromotrice du Latimer-Clark employé : nous avons trouvé $1^{volt},433\,4$ à $15°$. Un autre élément tout semblable et construit en même temps (janvier 1900), aussi par la maison Carpentier, a donné par comparaison à la même température $1^{volt},433\,7$. Enfin deux éléments Weston ont donné respectivement $1^{volt},016\,9$ et $1^{volt},018\,1$. Ces valeurs sont exprimées en volt international, dérivant de l'ohm international et de l'ohm théorique. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur le transport électrolytique de certains ions dans la gélatine.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

» Les très intéressantes expériences de M. J. Perrin sur l'osmose électrique m'ont suggéré l'explication d'un fait singulier, que j'avais constaté depuis longtemps en étudiant l'action du courant sur la vitesse de diffusion de solutions diverses sur la gélatine.

» Des gouttes d'électrolytes, en solutions plus ou moins concentrées, déposées sur une couche de gélatine à 10 pour 100 environ, diffusent régulièrement et peuvent donner lieu à des phénomènes variés, dont quelques-uns ont été décrits par M. S. Leduc. L'action d'un courant continu est intéressante à étudier sur ces gouttes, en déplaçant les ions positifs et négatifs avec des vitesses inégales, dans des sens opposés *et suivant la direction des lignes de force,* de sorte que, par leurs traces, généralement faciles à apprécier à la surface de la gélatine, on peut acquérir des données précises, et *sur la forme du champ* et *sur la vitesse des ions.* L'ordre de grandeur des vitesses relatives des ions, ainsi appréciées, concorde en général assez bien avec les résultats connus de Kohlrausch et autres sur la conductibilité des solutions aqueuses. Mais ce n'est pas toujours le cas, et l'ion chromique notamment (acide chromique, bichromate de potasse, etc.) se déplace sur la gélatine avec une vitesse de beaucoup supérieure à celle qui lui est attribuée dans les solutions aqueuses; cette vitesse est telle qu'on la rapprocherait des ions H et OH. Cette anomalie très remarquable s'expliquerait si, au phénomène de conduction électrolytique, s'ajoutait une osmose électrique de même sens. Or, c'est ce que j'ai constaté en déterminant le sens dans lequel une solution faible d'acide chromique est transportée en masse à travers une cloison de gélatine par un courant électrique. Ce transport a lieu *en sens inverse du courant,* c'est-à-dire du pôle négatif au pôle positif, et avec une grande intensité. Il est à remarquer, au contraire, que l'osmose électrique de la même solution à travers une cloison argileuse (bougie Chamberland), a lieu dans le sens le plus commun, c'est-à-dire du positif au négatif.

» On voit que l'importance des faits étudiés par M. Perrin s'étend, comme il l'a d'ailleurs signalé, aux cloisons colloïdales de nature organique, chaque cloison se comportant d'une façon particulière vis-à-vis d'une solution donnée. On peut en conclure que des actions de cet ordre, loin d'être négligeables, comme on le croyait, dans l'électrolyse des tissus vivants, doivent y prendre une part essentielle, qu'il y aurait grand intérêt à déterminer dans les différents cas particuliers. »

ÉLECTRICITÉ. — *Production de l'ozone par les spirales à haute tension et haute fréquence.* Note de M. **H. Guilleminot**, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait que les résonateurs à haute fréquence donnent lieu à une production abondante d'ozone. Le résonateur en hélice (type Oudin) a été employé à cet effet. Pour cela, il a été enfermé dans une cloche traversée par un courant d'air pur. D'après les expériences de M. Bordier de Lyon et d'autres expérimentateurs, ce mode de production est de beaucoup supérieur à tous les autres. Cet auteur a noté que l'effluvation sombre est beaucoup plus active que les aigrettes lumineuses.

» Il y a donc, autour des résonateurs de haute fréquence, un champ particulièrement favorable à la transformation de l'oxygène en ozone. Ce champ a son maximum d'énergie vers l'extrémité du secondaire, à condition toutefois que l'on se borne à obtenir une effluvation sombre et non des aigrettes lumineuses : voilà ce qui ressort des travaux antérieurs faits sur cette question.

» Je présente ici un ozoneur qui constitue une application particulière des spirales de haute fréquence, résonateurs que j'ai décrits antérieurement. Les avantages de cette forme en spirale sont multiples : 1° elle permet d'utiliser l'influence énorme des résonateurs les uns sur les autres pour augmenter le champ; 2° elle permet d'obtenir entre deux résonateurs une grande surface d'effluvation sombre ; 3° elle donne lieu à une série de modalités dans la génération de l'effluve utile à la production de l'ozone.

» *Disposition des spirales pour la production de l'ozone.* — Je me sers pour cela de spirales constituées par un fil de cuivre enroulé en spirale dans un seul plan de telle sorte que ce fil fasse 15 à 20 spires, le pas de l'enroulement étant progressivement croissant du centre vers la périphérie, comme je l'ai indiqué dans une Note antérieure [1]. Ces spires sont fixées sur des rayons de corde. Cette forme de circuit, employée déjà dans un autre but par Riess, Hertz, Tesla, etc. se prête particulièrement à la genèse des phénomènes d'influence.

» J'ai montré que l'effluvation produite par une spirale passive, sans connexion, placée devant une spirale active excitée par sa spire extérieure, est toute différente suivant le sens de l'enroulement : lorsque les spirales sont enroulées en sens contraire, tout se passe comme si les extrémités centrales des spirales étaient, à chaque moment

---

[1] *Arch. d'Élect. médicale;* 1900.

donné, à des potentiels égaux et de signe contraire, c'est-à-dire comme si l'effluvation de la spirale passive était de signe + quand l'effluvation de la spirale active est de signe —, et inversement; le changement de signe se produisant d'ailleurs un nombre considérable de fois par seconde, puisque la période de l'oscillation, quoique très élevée en raison de la grande capacité de nos condensateurs, est encore de l'ordre du $\frac{1}{1000000}$ de seconde. Lorsque, au contraire, le sens de l'enroulement est le même, le signe des pôles, à chaque moment donné, est le même.

» J'ai, en outre, répété avec ce résonateur les expériences de couplage dit *bipolaire*, faites antérieurement avec le résonateur en hélice de M. Oudin (expériences Oudin-Rochefort) : quand le courant d'excitation circule en sens contraire [1] dans les deux résonateurs, l'effluvation est bipolaire, comme cela arriverait si l'on coupait la bobine de M. d'Arsonval en son milieu lorsque l'excitation est symétrique et que l'on considère chaque moitié séparément; tandis qu'au contraire elle serait de même signe si, après cette section faite, on changeait les connexions de l'excitation dans l'un des demi-résonateurs. De même avec les spirales, lorsque la direction du courant est ou centripète, ou centrifuge dans les deux résonateurs, l'effluvation est de même signe (homopolaire); elle est de signe contraire si le courant centripète dans l'une est centrifuge dans l'autre.

» La combinaison de ces deux modes de production de la bipolarité et de l'*homopolarité*, si l'on peut employer ce mot pour désigner l'effluvation de même signe, m'a permis d'obtenir des effets d'une intensité particulièrement remarquable pour la génération des effluves utiles en Électrothérapie. Grâce à leur forme, ces résonateurs se prêtent aussi à tous les phénomènes d'autoconduction (montage homopolaire avec 8 à 12 spires à l'excitation). Enfin, en raison même de l'intensité et de l'étendue du champ, ils constituent des générateurs très puissants pour la production de l'ozone : voici comment est monté l'appareil fonctionnant comme ozoneur.

» Deux spirales sont placées face à face parallèlement. Elles sont entourées d'un imperméable souple, formant soufflet sur leur tranche, tandis que les faces extérieures sont munies d'une feuille de verre bloquée dans leur cadre, de manière à former une cage pneumatique dont les faces transparentes permettent de voir du dehors l'état de l'effluvation. On peut d'ailleurs imaginer toutes sortes de dispositifs pour faire une cage pneumatique qui permette de régler l'écartement des spirales, de changer la face de présentation de l'une devant l'autre, de régler la self du primaire. Ce réglage se fait du reste très facilement au moyen d'une self étrangère, mise dans le circuit d'excitation [2]. Une soufflerie amène l'air dans la cage pneumatique par un orifice situé à une extrémité, tandis que l'orifice de sortie se trouve à l'extrémité diamétralement opposée.

---

(1) Le mot *sens du courant* n'a pas d'autre valeur ici que de fixer dans l'esprit la manière dont on établit les connexions : nous disons que le courant va de l'armature positive du condensateur à l'armature négative, pour la commodité de l'explication. En réalité, il est oscillant.

(2) Voir à ce sujet : *Comptes rendus du Congrès d'Électrologie et de Radiologie* (Berne, 1902). Comm. de l'auteur.

» On se trouve ainsi placé dans les meilleures conditions pour que le renouvellement des couches d'air autour des résonateurs soit continu, condition favorable au rendement de tous les ozoneurs de haute fréquence, comme l'a montré M. Bordier. »

PHYSIQUE. — *Plaques positives d'accumulateur, genre Planté, à grande capacité.* Note de M. **Vaugeois**, présentée par M. d'Arsonval.

« Les résultats suivants ont été obtenus sur des plaques positives spéciales, genre Planté, formées par une méthode sur laquelle je me propose de revenir ultérieurement.

Régime du courant de décharge en ampères par décimètre carré.	Capacité en ampères-heure par décimètre carré.	Durée de la décharge en heures.
		h m
0,02	1,24	62
0,05	1,19	23.48
0,10	1,10	11
0,15	1,03	6.51
0,20	0,96	4.48
0,25	0,89	3.53
0,30	0,82	2.44
0,35	0,74	2. 7

» Ces capacités peuvent être obtenues industriellement avec une grande précision. Elles ne compromettent pas la solidité mécanique des électrodes.

» Elles ont été réalisées sur des plaques présentant 35^{dm^2} de surface active par kilogramme. »

MÉDECINE. — *Sur les nouveaux résultats obtenus dans le traitement de l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation.* Note de M. **A. Moutier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans des travaux antérieurs ([1]), nous avons déjà montré comment on pouvait combattre l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation ou

([1]) A. Moutier, *Traitement de l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation*

autoconduction; mais, ayant depuis quelque temps modifié notre instrumentation, nous obtenons actuellement des résultats bien meilleurs.

» Autrefois, nous nous servions d'une bobine d'induction donnant $0^m,25$ d'étincelle munie d'un trembleur rapide, puis d'un trembleur rotatif d'Arsonval-Gaiffe, en communication avec une source d'électricité de 16 volts fournie par huit accumulateurs, la bobine étant reliée à un condensateur plan d'Arsonval, lui-même en communication avec le grand sélénoïde à spires rapprochées (cage sans porte *à fil continu*). Actuellement, nous nous servons de la même bobine et d'un interrupteur reliés au secteur de la ville par un rhéostat, d'un condensateur à pétrole de d'Arsonval et du même solénoïde *à fil continu*.

» Au début, le résultat n'était pas immédiat : nous n'obtenions pas, par une seule séance de d'Arsonvalisation, une chute de la pression artérielle, le résultat était éloigné, l'abaissement de la pression artérielle s'obtenait progressivement. Puis, dans un certain nombre de cas, soignés dès le début de la maladie, nous avons observé après une seule séance un abaissement de pression de 1^{cm} à 2^{cm} de mercure.

» Actuellement, avec notre nouvelle instrumentation, nous avons un rendement bien plus considérable et des résultats bien plus manifestes, parce qu'ils peuvent être mesurés au sphygmomètre. Presque toujours nous observons chez les hypertendus un abaissement de la pression artérielle, après une séance d'autoconduction. Avec ou même sans contact avec l'un des pôles, l'abaissement de la pression varie avec le degré de l'hypertension ; en général il est de 1^{cm} à 2^{cm} de mercure; au début du traitement, nous avons assez souvent pu observer des abaissements de 3^{cm} à 5^{cm} de mercure.

» Or, il faut signaler que, si ce mode d'électrisation détermine un abaissement de la pression artérielle chez un hypertendu, il n'en est pas de même chez un sujet ayant une tension normale ; dans ce dernier cas, on ne constate aucun changement ou tout au moins des changements insignifiants dans la pression artérielle.

» La durée du traitement est variable suivant la cause de l'hypertension, suivant l'état du malade, suivant que celui-ci est atteint ou non de lésions organiques, et aussi suivant son hygiène et suivant son alimentation.

» S'il s'agit d'un malade atteint de neurosthénie, c'est-à-dire d'un malade atteint d'artériosclérose au début, dans la période préartérielle, *sine materia*, on peut obtenir la guérison en 6 semaines environ, en faisant chaque semaine trois séances d'une durée moyenne de 20 à 30 minutes, si le malade observe en même temps une hygiène convenable et se soumet à une alimentation appropriée; dans ces conditions, nous avons des malades dont la guérison persiste depuis plusieurs années.

» Quand, au contraire, ces malades se livrent à des écarts de régime, on constate une nouvelle crise d'hypertension artérielle qu'il faudra soigner à nouveau.

(*Bullet. et Mém. de la Société médico-chirurgicale de Paris*, décembre 1899). — A. MOUTIER, *Résultats thérapeutiques de la d'Arsonvalisation ou autoconduction* (Com. au *IIe Congrès international d'Électrologie et de Radiologie médicales*. Berne, 1902).

» Si le malade est atteint d'artériosclérose confirmée, avec des lésions soit du côté de l'appareil circulatoire, soit du côté du foie ou des reins, il est certain que la d'Arsonvalisation restera le plus souvent sans effet sur la lésion elle-même, mais on constatera toujours une amélioration plus ou moins marquée dans les symptômes; quelquefois même nous avons pu observer une rétrocession plus ou moins grande de la lésion, et nous avons pu, dans un petit nombre de cas, arriver à la guérison de la lésion.

» Le plus souvent il y a lieu de renouveler la cure électrique à une date plus ou moins rapprochée. Il faudra toujours surveiller l'état de la pression artérielle; celle-ci donne toutes les indications à ce sujet.

» Si nous rappelons un travail antérieur ([1]) que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie, nous voyons que la haute fréquence, suivant son mode d'emploi, nous donne le moyen de régulariser la pression artérielle dans tous les cas, de la relever chez les hypotendus et de l'abaisser chez les hypertendus. »

OPTIQUE. — *Nouveau procédé pour mettre en évidence les objets ultra-microscopiques.* Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, présentée par M. Violle ([2]).

» I. Les objets étudiés jusqu'ici par les micrographes ont des dimensions qui restent toujours supérieures à une limite, qui est de l'ordre de un quart de longueur d'onde. La théorie des phénomènes de diffraction explique l'existence de cette limite; elle montre, en effet, que, même avec les meilleurs instruments, il serait illusoire de chercher à *étudier* des objets plus petits, c'est-à-dire à voir leurs formes et leurs détails. Mais il se trouve que cette théorie montre aussi que l'on pourrait *constater l'existence* de ces objets, s'ils émettaient assez de lumière par eux-mêmes. De même que nous voyons sans difficulté les étoiles dont le diamètre apparent est inférieur au pouvoir séparateur des plus grands télescopes, ces objets très petits nous apparaîtraient comme des points brillants élargis par la diffraction.

» Dans un Mémoire récent, Siedentopf et Zsigmondy (*Drudes Ann.*, t. X, 1903) ont montré que l'on peut effectivement appliquer cette remarque et ont précisé les conditions essentielles à remplir : il faut, d'une part, éclairer très vivement le milieu à étudier, par un faisceau qui est dif-

([1]) A. Moutier, *Sur l'action des courants de haute fréquence au point de vue de la tension artérielle* (*Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 339).

([2]) Cette Note a été présentée à l'Académie dans la séance du 22 juin.

fracté par les particules qu'il renferme; mais aucun des rayons de ce faisceau ne doit pénétrer dans le microscope, de sorte que l'on doit observer sur fond obscur. Il faut, d'autre part, que les particules en question ne soient pas trop nombreuses.

» Pour remplir ces deux conditions, ces physiciens emploient un appareil d'une installation un peu compliquée, dont le but est de faire pénétrer latéralement dans le milieu à étudier, limité par une face plane, un faisceau très bien délimité et très étroit. Ils ont appliqué leur procédé à l'étude des verres colorés par de très petites particules d'or, et ont entrepris aussi l'examen de solutions colloïdales métalliques.

» II. Nous avons répété sur des échantillons de verres d'or l'expérience fondamentale du travail précédent. Mais nous avons été conduits à réaliser ensuite un dispositif différent, d'une installation plus commode, qui permet de faire et d'examiner rapidement un grand nombre de préparations, sans s'écarter beaucoup de la technique ordinaire.

» Supposons qu'il s'agisse, comme c'est le cas le plus fréquent pour les bactériologistes, d'étudier un liquide. Une gouttelette de ce liquide est emprisonnée, comme d'habitude, entre une lame et un couvre-objet. Mais la lame est placée sur un bloc de verre de forme convenable, avec interposition d'un liquide de même indice. Un faisceau de lumière, traversant le bloc, vient converger dans le liquide à étudier au-dessous de l'objectif : l'incidence des rayons qui le composent est telle que, après avoir traversé le liquide, ils subissent la réflexion totale sur la surface supérieure du couvre-objet et sont rejetés vers le bas dans l'intérieur du liquide. De cette façon, la première des deux conditions indiquées plus haut est remplie. On réalise la seconde par un choix convenable de la dilution du liquide et de son épaisseur.

» Notre procédé présente cet avantage, qu'on peut éclairer plus vivement les objets étudiés en utilisant mieux la source dont on dispose : au lieu d'employer le Soleil ou l'arc électrique, comme l'ont fait les physiciens allemands, nous avons pu le plus souvent employer le filament d'une lampe Nernst. L'aspect du champ microscopique, quand tous les points brillants correspondant aux corpuscules éclairés sont bien au point, ressemble tout à fait à celui d'une lunette astronomique braquée sur le ciel. Un fort grossissement n'est pas nécessaire quand les points brillants ne sont pas trop nombreux, ce qu'il est toujours possible d'obtenir quand on étudie un liquide. C'est surtout pour recueillir plus de lumière qu'il est utile, dans le cas de très petits corpuscules, d'employer un fort objectif à sec de grande ouverture numérique. On comprendra sans peine pourquoi notre dispositif ne permet pas l'emploi des objectifs à immersion.

» III. Nous avons déjà examiné par ce procédé un assez grand nombre de liquides, où l'on aperçoit, dans beaucoup de cas, de très nombreuses particules qui sont tout à fait invisibles au moyen de l'éclairage ordinaire par transparence. Notre appareil permet, en effet, de substituer rapidement cet éclairage à l'autre, sans que l'on ait à toucher à la préparation dont on observe la même région avec la même mise au point. Les mouvements browniens sont, en général, très nets; cependant, dans certains cas, les particules viennent adhérer aux surfaces solides voisines.

» Nous citerons, comme fournissant de bons *test-objets*, les deux exemples suivants : 1° On sait que l'examen des cultures du microbe de la *péripneumonie des bovidés* ne permet d'apercevoir que des granulations indistinctes. Au contraire, une culture vivante nous a montré à l'examen un grand nombre de points brillants, animés de mouvements qui ne paraissent pas nettement distincts des mouvements browniens. Du bouillon stérile servait de témoin. 2° Nous avons également constaté l'existence d'un très grand nombre de petites particules dans l'émulsion qui sert à la photographie des couleurs par la méthode de M. Lippmann. On peut observer cette émulsion en opérant comme pour un liquide, ou simplement en laissant évaporer une couche déposée sur une lame et observant ensuite sans couvre-objet. Les photographies présentées en même temps que cette Note ont été obtenues dans ces dernières conditions, avec une pellicule assez mince pour donner les couleurs de Newton. Elles ont été faites en lumière monochromatique (raie indigo de l'arc au mercure).

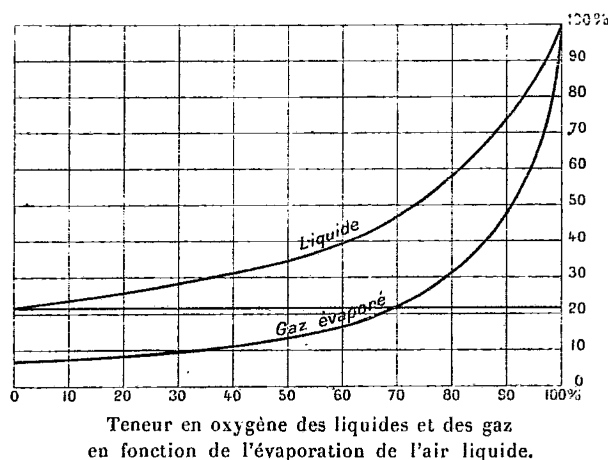
» Nous terminerons en signalant une précaution indispensable, dans l'application de notre procédé : Il est nécessaire de choisir et de nettoyer avec soin les lames et les couvre-objets employés. S'ils sont rayés ou salis, ces défauts des surfaces sont, eux aussi, mis en évidence. En revanche, cela même montre qu'on peut appliquer le dispositif à l'étude des surfaces des verres et des cristaux, des altérations qu'elles subissent et des dépôts qui peuvent s'y produire. »

PHYSIQUE. — *Sur la liquéfaction anticipée de l'oxygène de l'air.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait qu'en raison de la différence notable entre les points d'ébullition de ses deux constituants essentiels, l'air liquide se comporte d'une façon remarquable pendant son évaporation : l'azote se gazéifie surtout au

début, tandis que le liquide s'enrichit progressivement en oxygène, au point d'être à la fin de l'évaporation constitué par de l'oxygène pur.

» Ce fait présentant en pratique une importance capitale, puisque c'est sur lui que se basent tous les procédés proposés jusqu'ici pour extraire économiquement l'oxygène de l'air par l'intermédiaire de la liquéfaction, les moindres détails de cette vaporisation ont été consciencieusement étudiés : la figure représente les résultats obtenus par le



Teneur en oxygène des liquides et des gaz en fonction de l'évaporation de l'air liquide.

professeur Linde, dont les essais ont été sensiblement corroborés par les expériences de Baly et par les miennes propres. Dans cette figure, la courbe supérieure indique la teneur volumétrique en oxygène de l'air liquide en fonction du pour 100 de l'évaporation; la courbe inférieure indique la teneur du gaz évaporé correspondant. L'air liquide étudié est supposé présenter au début de l'évaporation la teneur de l'air atmosphérique, 20,8 pour 100.

» Ces deux courbes résument l'histoire de l'évaporation de l'air et rendent compte de ses diverses particularités d'une façon qui est admise par tous. Il est curieux de remarquer que sur le phénomène inverse, celui de la *condensation* de l'air gazeux, on est très loin d'un aussi complet accord : non seulement ses particularités sont mal connues, mais ses grandes lignes elles-mêmes ont fait l'objet de théories plutôt surprenantes. Si les uns, parmi lesquels Linde, admettent que lors de la liquéfaction les deux éléments de l'air se condensent *simultanément* et en proportion invariable; d'autres, et en particulier Pictet, vont jusqu'à croire que c'est l'*azote* qui se liquéfie le premier; et il est remarquable que, sauf dans un

brevet plutôt théorique de Lesueur, je n'ai jamais vu exprimer cette idée simple que l'oxygène, subsistant le dernier à l'état liquide pendant l'évaporation, doit inversement se condenser de préférence *dans les premières fractions* lorsque de l'air est appelé à se liquéfier progressivement.

» L'élucidation du processus réel des choses présentait un certain intérêt. A côté de l'importance pratique très grande qu'il y aurait à être fixé à cet égard au point de vue de l'extraction de l'oxygène de l'air, on se trouverait, si l'une ou l'autre des deux opinions ci-dessus exprimées se vérifiait, en présence d'une véritable anomalie physique.

» J'ai donc entrepris sur cette question quelques essais dont il sera peut-être intéressant de signaler les résultats à l'Académie.

» Ces essais ont été effectués à l'aide d'un appareil liquéfacteur constitué par un faisceau tubulaire immergé verticalement dans l'air liquide d'un récipient en renfermant de 7^l à 8^l. Le faisceau était relié par sa partie supérieure à une source d'air comprimé à basse pression à travers un échangeur de température préalablement refroidi à $-160°$ par la fabrication d'une certaine quantité d'air liquide. La partie inférieure du faisceau était munie d'un collecteur pourvu d'un robinet d'extraction.

» Une première expérience a consisté à laisser l'air comprimé et froid arrivant dans le faisceau sous des pressions de 2,5 à 3 atmosphères effectives, se liquéfier *intégralement* dans l'appareil et à soutirer lorsque le faisceau était plein de liquide. Cet essai a naturellement fourni un liquide de teneur sensiblement identique à celle de l'atmosphère, soit 23,8 pour 100, par suite d'une légère évaporation au soutirage.

» Une seconde expérience a été effectuée en soutirant l'air liquide au fur et à mesure de sa production et ouvrant assez le robinet pour éliminer en même temps une partie du gaz non liquéfié et éviter ainsi l'accumulation du produit le plus réfractaire. Cet essai, répété trois fois, m'a fourni des liquides très oxygénés titrant respectivement 36, 42 et 48 pour 100 d'oxygène, selon la quantité d'air gazeux soutiré en même temps, cette quantité étant très forte dans le troisième essai.

» L'écart est assez grand pour ne pouvoir être attribué à l'évaporation lors du soutirage, et la limite supérieure de 48 pour 100 est justement celle qu'on pouvait attendre de l'examen des courbes de la figure, supposées applicables au phénomène de la condensation, puisque, d'après ces courbes, à du gaz titrant 20,8 pour 100 correspond du liquide à 47 pour 100.

» Ainsi, mes essais m'ont confirmé dans ma pensée. Comme dans tous les précédents connus, le phénomène de la condensation du mélange gazeux constituant l'air est l'inverse de celui de la vaporisation : si de l'air est appelé à se liquéfier progressivement, les premières parties qui se liquéfient sont les plus riches en oxygène et, en réalité, les courbes de la figure paraissent applicables pour faire prévoir non seulement les particularités de l'évaporation, mais encore celles de la liquéfaction. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du mode d'oxydation des sels de manganèse par les persulfates alcalins en liqueur acide.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« Après avoir observé (Note du 2 juin 1903) que le poids de manganèse qui reste dissous après l'action du persulfate augmente avec le titre acide de la liqueur, j'ai cru devoir rechercher la cause de ce fait qui semble en contradiction avec la facilité avec laquelle ce métal donne du MnO^2 dans les même conditions.

» En liqueur neutre, l'oxydation est dénoncée par la formation immédiate d'une teinte brune, qui s'accentue avec l'action de la chaleur et l'on ne peut en tirer aucune indication. En milieu acide, au contraire, la réaction a lieu moins brusquement, surtout si l'on chauffe lentement, et l'on peut constater tout d'abord l'apparition d'une teinte d'un rose pâle, qui rappelle la coloration propre à l'acide permanganique, et elle ne disparaît que pour faire place au précipité brun noir d'oxyde qui, après son dépôt, laisse réapparaître le liquide, souvent encore légèrement rosé. J'ai donc été conduit à étudier l'action de MnO^4K sur une solution acide de $MnSO^4$.

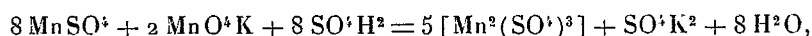
» Si, en liqueur neutre et à froid, il y a précipité dès la première goutte de MnO^4K, ajoutée au sel manganeux, en liqueur acide, la réaction dépend : 1° du titre acide de la solution; 2° de la concentration comme sel de protoxyde et comme permanganate; 3° de la température.

» La présence d'acide libre peut en effet non seulement provoquer un retard dans la séparation de l'oxyde, mais l'empêcher complètement. Ainsi, dans 2^l d'eau renfermant 100^{cm^3} de SO^4H^2 ($d = 1,84$) et contenant $0^g,500$ de $MnSO^4$, l'addition de $0^g,040$ de MnO^4K (¹) ne donne lieu à aucun précipité à la température ordinaire (18°), même après 48 heures d'attente, tandis qu'il s'en produit un au bout de peu de temps si l'on chauffe au bain-marie, ou si l'on ajoute à froid $0^g,150$ de MnO^4K. De même 100^{cm^3} d'une solution de $MnSO^4$ contenant $0^g,500$ de ce sel et 20^{cm^3} de SO^4H^2 se trouble en moins d'une demi-heure à la température ambiante, malgré sa forte teneur en acide, par l'action de $0^g,350$ de MnO^4K, en donnant du MnO^2, et en quelques heures la plus

(¹) La solubilité MnO^4K donnée dans divers Ouvrages (1 partie de sel dans 15 parties d'eau à 15°) est trop forte. En opérant la solution à 30° en présence d'un excès de sel et laissant refroidir dans une enceinte à température fixe (16°), pendant 48 heures, j'ai trouvé, pour la solution à 16°, $D = 1,0362$ et comme richesse $1^g,9140$ de sel pour $36^g,4988$ de solution, soit 1^g MnO^4K pour $18^g,06$ d'eau, ou $0^g,0542$ de sel par centimètre cube.

grande partie du manganèse s'est séparée de la solution qui a pris alors une teinte pelure d'oignon. En tout cas, qu'il y ait précipité ou non, l'oxydation du sel manganeux, aux dépens de l'acide permanganique, a toujours lieu, car le liquide perd peu à peu sa teinte violette en prenant celle d'un rouge plus pâle propre au sulfate de sesquioxyde, et d'intensité variable suivant les conditions, car la quantité de MnO^4K, qui peut être ajoutée sans production de précipité, est d'autant plus forte que le titre acide de la solution est lui-même plus élevé, la stabilité de $Mn^2(SO^4)^3$, décomposable par l'eau, augmentant avec la richesse en acide libre.

» En outre, quand il y a formation d'un précipité, on obtient toujours et *seulement* du peroxyde MnO^2, ou à très peu près comme le prouve son analyse iodométrique; cela, même si le rapport de poids du permanganate et du sulfate manganeux est inférieur à celui indiqué par l'équation donnée par certains auteurs :



$$8\,MnSO^4 + 2\,MnO^4K + 8\,SO^4H^2 = 5\,[Mn^2(SO^4)^3] + SO^4K^2 + 8\,H^2O,$$

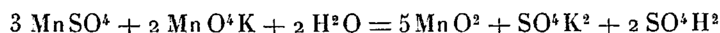
et qui semblerait faire prévoir la précipitation de Mn^2O^3 lors de la décomposition du sulfate formé. C'est que l'excès d'acide décompose le sesquioxyde mis en liberté en sulfate de protoxyde soluble et peroxyde MnO^2 insoluble, qui ne retient que des traces de protoxyde en combinaison.

» A chaud, le phénomène reste le même, sauf que ses diverses phases se succèdent plus rapidement et que la décomposition du sel de sesquioxyde est plus avancée, parce que, pour le même titre acide, la stabilité de ce sel dans l'eau diminue avec l'élévation de température,

» Après cette étude, l'action du persulfate sur les sels de MnO en liqueur *acide* apparaît alors très nettement. Qnand on chauffe le mélange en solution,. le persulfate donne naissance à un sel de sesquioxyde, soit directement, soit par action secondaire de l'acide MnO^4H (primitivement formé) sur l'excès de sel manganeux, au fur et à mesure de sa formation; puis ce sel de sesquioxyde par suite de sa décomposition à chaud fournit en présence de l'acide libre le dépôt de MnO^2 suivant la règle indiquée et l'action se continue jusqu'à transformation complète du protoxyde, si l'on a employé la quantité nécessaire de persulfate. On conçoit donc que plus la liqueur sera acide, plus la quantité de manganèse qui restera en solution comme sel de Mn^2O^3 à la fin de la réaction sera elle-même élevée, et de fait, ce n'est que lorsque le titre acide est supérieur à 3 pour 100 de SO^4H^2 (en volume) qu'on a pu constater après la réaction une légère coloration des eaux, tirant sur la nuance pelure d'oignon si on la compare à celle d'une solution de MnO^4H à peu près de même intensité.

» Ce n'est pas là une simple conception théorique, car les résultats de l'expérience sont en accord complet avec le processus indiqué.

» En effet si l'on cherche la quantité de MnO^2 qu'on doit obtenir avec un poids donné de MnO^4K agissant sur un excès de $MnSO^4$, le calcul basé sur l'équation :



$$3\,MnSO^4 + 2\,MnO^4K + 2\,H^2O = 5\,MnO^2 + SO^4K^2 + 2\,SO^4H^2$$

indique que $0^g,001$ MnO^4K doit fournir un poids de MnO^2 qui, après calcination, correspond à $0^g,0012$ Mn^3O^4. Mais en ajoutant $0^g,001$ MnO^4K à la solution de $0^g,150$ $MnSO^4$ dans 200^{cm^3}, acidulés à $5\frac{1}{2}$ pour 100 de SO^4H^2 (en volume), le dosage du précipité recueilli après avoir chauffé 20 minutes au bain marie, comme dans mes essais au persulfate, ne m'a donné que $0^g,0003$ Mn^3O^4. L'excédent $0^g,0009$ est donc resté en solution. Or, dans les mêmes conditions de volume et d'acidité, lors de l'emploi du persulfate, j'ai toujours trouvé de $0^g,0007$ à $0^g,0008$ Mn^3O^4 pour le manganèse resté en solution. Ce résultat établit donc la légitimité des indications théoriques. »

CHIMIE. — *Nouveaux dérivés plombiques : préparation ; étude thermochimique.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Georges Lemoine.

« J'ai montré (¹) que l'acétate ordinaire de plomb en solution acétique se transforme en tétracétate $Pb(C^2H^3O^2)^4$ par l'action du chlore sec. J'ai transformé de la même façon en tétrapropionate le propionate de plomb dissous dans l'acide propionique. Les butyrates, au contraire, donnent lieu à des divergences inattendues.

» *Tétra-isobutyrate plombique.* — Le minium se dissout à la température ordinaire dans l'acide isobutyrique ; mais il est impossible de séparer par différence de solubilité le mélange de diisobutyrate et de tétraisobutyrate qui prennent simultanément naissance. Au contraire, ce mélange refroidi par de l'eau glacée et traité par le chlore sec ne tarde pas à déposer du chlorure de plomb avec formation d'une proportion égale de tétrabutyrate ; de sorte que si, au bout de 24 heures, on filtre le liquide et qu'on en évapore les deux tiers dans le vide, la solution restante dépose des cristaux par refroidissement. Ces cristaux essorés répondent à la constitution $Pb(C^4H^7O^2)^4$ d'après leur analyse et leur dédoublement par l'eau. Ils ont la forme d'octaèdres, fondent à 109° sans décomposition et, comme tous les composés de ce genre, se dédoublent par l'eau et par l'alcool en acide plombique et acide gras.

» *Tétrabutyrate normal.* — Quand on renouvelle les opérations précédentes en partant de l'acide butyrique normal $CH^3.CH^2.CH^2.CO^2H$, on constate que la formation du tétrabutyrate est faible. L'oxyde basique PbO prédomine dans le mélange et n'en peut être séparé.

» J'ai alors traité le tétracétate de plomb par dix fois son poids d'acide butyrique rectifié. En opérant au bain-marie et dans le vide, j'ai constaté le départ d'un acide cristallisable vers 15°, dont l'odeur et la capacité de saturation par KOH sont celles de

(¹) *Comptes rendus,* avril 1903, p. 891.

l'acide acétique. Finalement, il ne reste dans le ballon à long col où l'on opère qu'une masse incristallisable présentant la composition du tétrabutyrate cherché.

» *Tétrastéarate.* — De même, 4^{mol} d'acide stéarique chauffées au bain-marie pendant une heure avec 1^{mol} de tétracétate plombique provoquent, sous l'action du vide, un dégagement d'acide acétique cristallisable. Ce mode de préparation est donc analogue au déplacement d'un acide volatil par un acide fixe dans les sels ordinaires :



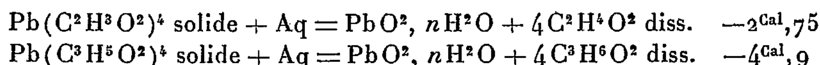
$$Pb(C^2H^3O^2)^4 + 4\,C^{18}H^{35}O^2H = Pb(C^{18}H^{35}O^2)^4 + 4\,C^2H^3O^2H.$$

» On achève la purification du tétrastéarate par une compression énergique, dans du papier filtre, de la masse solide et tiède encore. Le produit obtenu est alors blanc, cristallin, gras au toucher; il fond à 102°-103°. Il se décompose rapidement par l'alcool et les alcalis étendus, mais lentement par l'eau qui ne le mouille pas. Sa composition a été déterminée en le dédoublant par la potasse alcoolique titrée et en mesurant surtout l'acidité qui, pour 1^{mol}, répond à 4 KOH: cette proportion serait notablement dépassée si l'acide acétique n'avait pas été éliminé par la réaction.

» *Tétrapalmitate.* — On obtient de la même façon le tétrapalmitate plombique $Pb(C^{16}H^{31}O^2)^4$ fusible de 88° à 91° et possédant les propriétés caractéristiques de cette classe de corps.

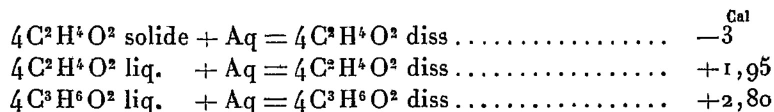
» *En résumé*, la décomposition du tétracétate plombique par les acides fixes est comparable à la décompositon des sels ordinaires et permet de préparer des dérivés plombiques que ne donnent ni l'action du minium due à MM. Hutchinson et Pollard, ni l'action du chlore sur les sels ordinaires indiquées par moi. Il faut seulement opérer dans le vide et ne pas trop élever la température ; sans cela il y a réduction et apparition de sels normaux. Remarquons enfin la différence d'allures du butyrate normal et de l'isobutyrate plombiques vis-à-vis du chlore.

» *Propriétés thermiques.* — Ces composés plombiques, au contact de l'eau, se décomposent avec absorption de chaleur : $11^g,1$ de tétracétate dédoublés par 400^{cm^3} d'eau abaissent la température de 0°,17; dans les mêmes conditions, 5^g de tétrapropionate provoquent un abaissement de 0°12. Ces nombres correspondent aux données suivantes :



$$Pb(C^2H^3O^2)^4 \text{ solide} + Aq = PbO^2,\ nH^2O + 4\,C^2H^4O^2 \text{ diss.} \quad -2^{Cal},75$$
$$Pb(C^3H^5O^2)^4 \text{ solide} + Aq = PbO^2,\ nH^2O + 4\,C^3H^6O^2 \text{ diss.} \quad -4^{Cal},9$$

» Dans des conditions identiques de dilution, j'ai trouvé



$4\,C^2H^4O^2$ solide + Aq = $4\,C^2H^4O^2$ diss	-3^{Cal}
$4\,C^2H^4O^2$ liq. + Aq = $4\,C^2H^4O^2$ diss	+1,95
$4\,C^3H^6O^2$ liq. + Aq = $4\,C^3H^6O^2$ diss	+2,80

» Les dédoublements précédents, directs et endothermiques, présentent une particularité : au début de l'opération, la température de l'eau passe par un minimum. Par

exemple, la température initiale 13°, 25 tombe de minute en minute à 13°, 08 et 13°, 05, revient à 13°, 07, 13°, 09, 13° 11, 13° 12, puis de 2 en 2 minutes marque 13°, 13, 13°, 14, 13°, 15, etc.

» Il semble que ces corps mixtes se dissolvent d'abord dans l'eau avec un fort abaissement de température et que la dissolution se dédouble ensuite avec dégagement de chaleur. M. Berthelot a signalé des faits de ce genre, en particulier au sujet de l'action de l'eau sur l'anhydride acétique.

» Il est certain que l'acide acétique étendu de son volume d'eau retient en dissolution du tétracétate plombique qui se détruit soit par ébullition, soit par addition d'une grande masse d'eau. Dans ce dernier cas la décomposition est si lente que je n'ai pu faire de mesures thermiques certaines.

» Cela tient peut-être à la nature du bioxyde de plomb qui prend naissance : il n'est pas anhydre; desséché dans l'air sec, sa composition a varié de $(PbO^2)^4H^2O$ à $(PbO^2)^5H^2O$.

» Pour avoir une idée de l'action dissolvante sur le tétracétate, j'en ai dissous 1^g dans 100^{cm^3} d'acide acétique pur. A 21°, l'action est assez rapide et l'abaissement de température atteint — 0°, 15, ce qui correspond, en admettant 0°, 5 pour la chaleur spécifique de l'acide acétique, à un abaissement moléculaire de 3°, 85; c'est-à-dire qu'à 21°

$$Pb(C^2H^4O^2)^4 \text{ solide} + \text{acide acét. liq.} = Pb(C^2H^4O^2)^4 \text{ en sol. acét.} - 3^{Cal},85.$$

» L'abaissement calorifique relatif à la dissolution dans l'acide acétique d'une molécule de tétracétate (3°, 85) est supérieur à l'abaissement produit par l'action destructive de l'eau sur cette molécule (2°, 7). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une base organique contenant du phosphore, sa constitution et quelques-uns de ses sels.* Note de M. **P. Lemoult**. (Extrait.)
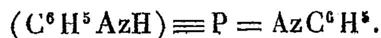
« La réaction, pourtant très violente, de PCl^5 sur l'aniline bouillante, en vue d'obtenir un dérivé de l'acide phosphorique pentabasique $P(OH)^5$ inconnu, ne va pas jusqu'au terme désiré $P\equiv(AzHC^6H^5)^5$ et s'arrête à la formation d'un composé tétraanilidé, le chlorphosphotétranilide



$$PCl(AzHC^6H^5)^4$$

déjà obtenu par M. Gilpin (*Ann. chem. Journ.*, t. XIX, 1897, p. 352), qui résiste aux tentatives d'anilidation complémentaire. Nous avons trouvé l'explication de ce fait en observant que ce corps n'est pas un chlorure d'acide, mais le chlorhydrate d'une base nouvelle, que nous avons isolée

et dont nous avons obtenu les sels avec HCl, SO^4H^2, AzO^3H et le chloroplatinate ; cette base est la trianilidophénylphosphimide.



$$(C^6H^5AzH) \equiv P = AzC^6H^5.$$

» *Chlorhydrate de trianilidophénylphosphimide* ou *Chlorphosphotétranilide* (*de Gilpin*).

» S'obtient en très beaux cristaux quand on prend un grand excès d'aniline et qu'on refroidit lentement; la masse brute lavée à l'eau acide laisse un mélange du corps cherché et de la triphénylphosphamide $PO(AzHC^6H^5)^3$ [formée par l'action de l'eau sur le corps instable $PCl^2(AzHC^6H^5)^3$]; l'alcool froid dissout seulement la triphénylphosphamide. Le rendement en composé monochloré atteint environ le poids de PCl^5 employé; ce produit, difficilement soluble dans l'alcool bouillant d'où il cristallise à froid, est pur, même avant ce dernier traitement.

» *Trianilidophénylphosphimide :* $(C^6H^5AzH)^3 \equiv P = AzC^6H^5$.

» La solution alcoolique bouillante du corps précédent, traitée par KOH alcoolique, ou par un alcoolate, perd 1^{mol} HCl; la réaction très rapide et intégrale peut servir à doser le Cl dans le composé initial (0,9046 a donné 0,3013 d'AgCl, soit 8,24 pour 100 de Cl; $0^g,5$ donne 0,1643 AgCl, soit 8,168 pour 100 de Cl). La solution alcoolique, séparée à chaud du chlorure formé, donne à froid de très belles aiguilles incolores, fondant à 232°, insolubles dans l'eau.

» C'est la base dont le composé initial est le chlorhydrate, car mise en solution alcoolique et traitée par la quantité théorique d'HCl alcoolique, elle donne une liqueur neutre qui dépose à froid de beaux cristaux gros et courts, identiques à ceux qui ont été étudiés ci-dessus (point de fusion, 275°).

» *Sulfate.* — La solution alcoolique du chlorhydrate, additionnée de SO^4H^2 aqueux ($1^{mol} = 2^l$ ou $1^{mol} = 200^{cm^3}$), donne de suite un précipité blanc d'un corps extrêmement peu soluble dans l'alcool bouillant. Cette réaction présente les caractères d'une double décomposition, car le titre acide final équivaut au titre acide de la solution sulfurique employée; il s'est formé HCl en quantité équivalente à celle de SO^4H^2 entraînée dans la précipitation; cette réaction est encore intégrale (0,8088 de chlorhydrate donne 0,27 AgCl, soit 8,25 pour 100 de Cl). Le précipité est du sulfate neutre, fondant à 312°-313°.

» Un précipité identique s'obtient avec la solution alcoolique de la base et le SO^4H^2; le dosage peut d'ailleurs être effectué en déplaçant la base par de la soude et en étendant d'eau, ce qui précipite un produit organique (fondant après cristallisation dans l'alcool à 232°); $1^g,1649$ de sulfate donne 0,3056 de SO^4Ba, soit 3,60 pour 100 de S et 1,0237 de base, au lieu de 1,0367.

» *Bisulfate.* — Si l'on a employé un grand excès d'acide, l'évaporation de l'alcool séparé du précipité de sulfate neutre donne de petits cristaux blancs, qui sont le sulfate acide de la base : 0,4365 de ce corps donne en effet 0,20375 de SO^4Ba, soit S pour 100; 6,418 alors que la formule $SO^4H^2(PAz^4C^{24}H^{23})$ exige 6,45 pour 100.

» *Azotate.* — A une solution alcoolique bouillante de chlorhydrate on ajoute la

quantité théorique de AzO^3Ag; de suite, il se précipite AgCl et la solution reste neutre; le AgCl étant séparé, la liqueur donne à froid quelques beaux cristaux fondant à 240° après concentration; elle dépose de magnifiques aiguilles, de 1^{cm} de longueur, d'azotate (point de fusion, 240°) : $AzO^3H, PAz^4C^{24}H^{23}$ contenant 15,14 pour 100 de Az; théorie : 15,18 pour 100. Ce corps traité par de la soude alcoolique, puis par beaucoup d'eau, lui abandonne du AzO^3Na et laisse un précipité de base fondant à 232°.

» *Chloroplatinate.* — Se forme très facilement en traitant la solution alcoolique du chlorhydrate par une quantité de $PtCl^4$ légèrement inférieure à la quantité théorique; il est constitué par de très beaux cristaux jaunes. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage volumétrique de l'azote nitrique.* Note de M. **Débourdeaux**, présentée par M. H. Moissan.

« Le dosage volumétrique de l'azote nitrique de Pelouze présente, comme on le sait, de nombreux inconvénients dont les principaux sont l'emploi d'une solution oxydable à l'air, la présence d'acide chlorhydrique et la production de bioxyde d'azote qui oblige à opérer dans un courant d'acide carbonique, d'après la modification due à Frésénius.

» Certains auteurs, entre autres M. Bailhache, ont cherché à éviter l'erreur inhérente à l'emploi de l'acide chlorhydrique en opérant en milieu sulfurique avec le sulfate ferreux. Mais, si l'on n'opère pas dans des conditions définies, il en résulte des erreurs encore plus grandes. Ainsi j'ai constaté : 1° que la dilution empêche la réaction et qu'il faut maintenir constante la teneur en acide sulfurique concentré au quart du volume total sur lequel on opère; 2° qu'il y a, par entraînement, des pertes d'acide azotique avant qu'il ait réagi et que par suite on doit employer un réfrigérant ascendant; 3° que l'acide carbonique nécessaire pour chasser l'air des ballons ne doit qu'efffeurer la surface de la liqueur; l'acide carbonique barbotant dans la liqueur ou produit par addition d'un bicarbonate donnant des pertes d'acide azotique. En évitant ces causes d'erreur, j'ai pu établir un mode opératoire tel que l'on obtient des résultats constants d'une très grande exactitude à moins de $\frac{1}{200}$ près.

» Les nombreuses causes d'erreur déjà signalées, les difficultés pratiques des modes opératoires proposés m'ont amené à chercher une autre méthode de dosage volumétrique des nitrates.

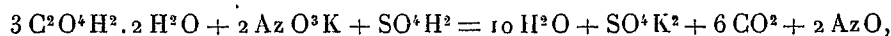
» Le nouveau procédé que je propose présente les avantages suivants : 1° On emploie une liqueur peu altérable au contact de l'air; 2° On reste en milieu sulfurique et les titrages sont très faciles; 3° On évite l'emploi de l'acide carbonique en supprimant le bioxyde d'azote; 4° Le dosage est très rapide; 5° Les résultats obtenus sont d'une très grande exactitude à moins de $\frac{1}{200}$ près.

» Ce procédé repose sur l'action de l'acide nitrique sur l'acide oxalique. La proportion d'acide oxalique détruit est déterminée par un dosage par le permanganate de potasse. Au cours de l'étude que j'ai faite j'ai constaté que :

» 1° L'acide oxalique n'est pas détruit à l'ébullition par une solution renfermant moins de 20^{cm^3} d'acide sulfurique pour 100.

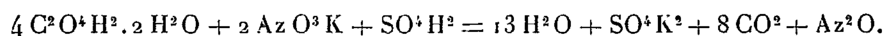
» 2° L'acide azotique, dans ces conditions de dilution, réagit à peine sur une solution d'acide oxalique. Mais l'oxydation peut être régularisée et rendue rapide par l'addition de sulfate de manganèse dont l'action a été signalée par M. Villiers, mon maître, en même temps que M. Bertrand montrait la présence du manganèse dans les ferments oxydants.

» 3° En présence de manganèse avec une liqueur renfermant plus de 20^{cm^3} d'acide sulfurique concentré pour 100, l'acide oxalique est oxydé par l'acide azotique avec production de bioxyde d'azote suivant l'équation



$$3\,C^2O^4H^2.2\,H^2O + 2\,AzO^3K + SO^4H^2 = 10\,H^2O + SO^4K^2 + 6\,CO^2 + 2\,AzO,$$

tandis qu'au-dessous de cette teneur en acide sulfurique l'oxydation se fait avec production de protoxyde d'azote suivant l'équation



$$4\,C^2O^4H^2.2\,H^2O + 2\,AzO^3K + SO^4H^2 = 13\,H^2O + SO^4K^2 + 8\,CO^2 + Az^2O.$$

» 4° Les teneurs en sulfate de manganèse et en acide sulfurique ne sont pas sans importance sur cette dernière réaction et les conditions les plus favorables sont comprises entre 4^g et 6^g de sulfate de manganèse et 11^{cm^3} et 14^{cm^3} d'acide sulfurique concentré pour 100^{cm^3} du volume total sur lequel on opère.

» 5° La réaction se produit à 94° environ et cette température ne doit être atteinte que lentement. On obtient d'excellents résultats, soit en chauffant à feu nu progressivement, si le volume est assez considérable, tel que 150^{cm^3}, 200^{cm^3} ; soit si l'on opère sur un petit volume tel que 50^{cm^3}, en plongeant les ballons dans un bain-marie froid que l'on chauffe jusqu'à l'ébullition.

» 6° Le ballon doit être relié à un réfrigérant ascendant pour éviter les pertes d'acide azotique et la concentration. Cependant on peut supprimer le réfrigérant sans faire une erreur très grande à condition d'opérer au bain-marie.

» Le procédé est applicable en présence des matières qui réduisent le permanganate. Il suffit, dans ce cas, de doser l'acide oxalique par précipitation à l'état d'oxalate de chaux; le poids de ce dernier après lavage peut être déterminé soit par pesée, soit volumétriquement à l'aide du permanganate de potasse.

» J'ai également étudié l'action de l'acide nitrique sur l'acide oxalique en présence du sulfate de vanadium. Il est intéressant de faire remarquer que l'action oxydante des sels de manganèse est, dans les conditions ordinaires, plus profonde que celle des sels de vanadium qui cependant était seule employée dans les oxydations industrielles. J'ai constaté que cette oxydation produit du bioxyde d'azote, mais la réaction n'est théorique qu'entre certaines teneurs en acide sulfurique et en sulfate de vanadium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'amidure et l'imidure de silicium.* Note de MM. **Em. Vigouroux** et **Hugot**, présentée par M. H. Moissan.

« *Amidure.* — Ce corps résulte de l'action de l'ammoniac sur le chlorure de silicium à une *température inférieure à* 0°.

» Persoz (1830) (1) considéra le corps obtenu, dans la réaction précédente, comme un chlorure de silicium ammoniacal $SiCl^4, 6AzH^3$.

» En 1857, Deville, d'une part, et Wöhler (2), d'autre part, préparèrent un produit que la calcination transforma en un corps auquel ils attribuèrent la formule Si^2Az^3.

» Schützemberger (1879) (3) dirigeait du gaz ammoniac sec, jusqu'à saturation, dans un ballon contenant du chlorure de silicium. Il obtenait une masse pulvérulente, de formule complexe, qui donnait avec l'eau un résidu de silice hydratée. Cette substance aurait, d'après lui, contenu du silicium, de l'azote, du chlore et de l'hydrogène; chauffée très longtemps au rouge vif, dans un courant de gaz ammoniac, elle perdrait son chlore et donnerait naissance à un azoture de silicium hydrogéné.

» En 1889, M. Besson (4) mesura le volume de gaz ammoniac sec que peut absorber, *à la température ordinaire,* un poids déterminé de chlorure de silicium et arriva aux mêmes conclusions que Persoz.

» Gattermann (1889) (5) obtint une poudre blanche qu'il considéra comme un dimidure de silicium $Si(AzH)^2$ ou une silicocyamide $AzSiAzH^2$. Il se contenta de faire cette hypothèse sans la vérifier par l'analyse.

» En 1899, M. Félix Lengfelt (6), dans un travail important, fit agir le chlorure de silicium sur le gaz ammoniac, tous deux dissous dans la benzine anhydre, en opérant dans une atmosphère d'hydrogène ou d'azote. Nous discuterons plus loin sa méthode et ses résultats.

» Nous avons repris cette étude en appliquant une méthode qui a servi à l'un de nous dans des travaux antérieurs (7) et qui offre de grands avantages; elle permet d'opérer sur des substances exactement pesées et de les suivre, par la balance, dans toutes les transformations qu'elles subissent.

» L'appareil qui nous a servi est un récipient de fer en forme de H. Les deux branches verticales A et B sont munies chacune d'un robinet, et la branche horizontale C, qui établit leur communication, est continuée par un tube étroit, un peu étranglé, et renfermant un tampon de verre filé (8).

---

(1) Persoz, *Ann. de Ch. et de Phys.,* 2e série, t. XLIV, 1830, p. 315.
(2) Wöhler, *Pogg. Ann.*, t. CII, 1857, p. 317.
(3) Schützemberger, *Comptes rendus,* t. LXXXIX, 1879, p. 644.
(4) Besson, *Comptes rendus,* t. CX, 1889, p. 240.
(5) Gattermann, *Ber. der chem. Ges.,* t. XXII, 1889, p. 194.
(6) Félix Lengfeld, *Ann. chem. Journ.,* juin 1899, p. 531.
(7) Hugot, *Ann. de Ch. et de Phys.,* 7e série, t. XXI, 1900, p. 5.
(8) Pour la commodité des lavages, on a, dans le cours de ces recherches, modifié un peu la forme de l'appareil.

» Le chlorure de silicium, parfaitement sec, est introduit en A au moyen d'un petit tube qui lui est soudé. Deux pesées effectuées, l'une avant l'autre, après l'amenée du chlorure, font connaître le poids de ce corps. A ce moment, le petit tube est fermé à la lampe.

» Le gaz ammoniac, pur et sec, est ensuite dirigé dans A par l'intermédiaire de son robinet. Comme des expériences préliminaires ont montré que la réaction des deux substances s'effectue avec un dégagement de chaleur énorme, le gaz ammoniac n'est admis à passer qu'avec une lenteur extrême et, de plus, la branche A plonge dans un bain maintenu à une température toujours inférieure à -50°.

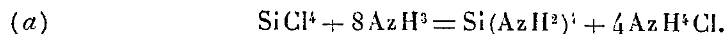
» Lorsque tout le chlorure de silicium est transformé, c'est-à-dire lorsqu'une nouvelle introduction de gaz ammoniac dans la branche A ne provoque plus de dégagement de chaleur, on fait liquéfier du gaz ammoniac dans cette partie de l'appareil toujours maintenu à très basse température.

» Le gaz ammoniac baigne ainsi une poudre blanche amorphe, dont le volume est bien plus considérable que le volume primitif du chlorure de silicium. Il est alors décanté, à travers le tampon de coton de verre, dans la branche B refroidie, puis redistillé de B en A. Il abandonne en B, par évaporation, une masse blanche fusible à $+7^\circ$, très soluble dans le gaz ammoniac liquéfié. Ces filtrations, distillations et lavages successifs sont répétés un très grand nombre de fois. On ne s'arrête que lorsque la quantité de matière qui vient se rassembler en B n'angmente plus de volume.

» Ainsi que le montreront les analyses ultérieures, ce corps fusible à $+7^\circ$, soluble dans le gaz ammoniac liquide, n'est autre chose que le chlorure d'ammonium ammoniacal $AzH^4Cl, 3AzH^3$ découvert par M. Troost [1].

» Si on laisse dégager le gaz ammoniac de cet appareil en maintenant la branche A à une *température inférieure à* 0°, il reste en A une poudre blanche amorphe et en B du chlorure d'ammonium pur.

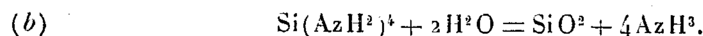
» La réaction, dont nous venons de décrire les phases, peut donc se représenter par la formule



$$(a) \qquad SiCl^4 + 8AzH^3 = Si(AzH^2)^4 + 4AzH^4Cl.$$

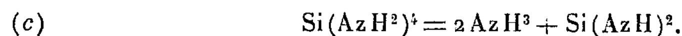
» Elle n'a lieu, sous cette forme, que si l'on opère au-dessous de 0° et si, à aucun moment, on ne laisse la température s'élever au-dessus de ce point.

» Cet amidure est une poudre blanche, amorphe, stable au-dessous de 0° seulement, complètement insoluble dans le gaz ammoniac liquéfié; l'eau le décompose d'après la formule



$$(b) \qquad Si(AzH^2)^4 + 2H^2O = SiO^2 + 4AzH^3.$$

» *Imidure.* — Il se forme dès que l'amidure est porté au-dessus de 0°; ce dernier perd lentement du gaz ammoniac et laisse un résidu qui est l'imidure $Si(AzH)^2$:



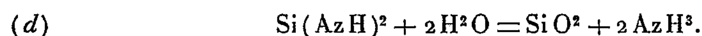
$$(c) \qquad Si(AzH^2)^4 = 2AzH^3 + Si(AzH)^2.$$

» La décomposition est complète à 120°. Dans le vide, elle est un peu plus rapide: on ne recueille plus de gaz au-dessus de 100°.

---

(1) TROOST, *Comptes rendus*, t. XCII, p. 715.

» Cet imidure est amorphe et très stable; on n'a pu le décomposer, même en le chauffant dans le vide à la température voisine de la fusion du verre. Enfin, il n'est pas possible de provoquer la réaction inverse, c'est-à-dire de fixer du gaz ammoniac sur l'imidure pour reproduire l'amidure. Avec l'eau, on a



$$(d)\qquad Si(AzH)^2 + 2H^2O = SiO^2 + 2AzH^3.$$

» *Analyse.* — L'augmentation de poids de l'appareil, lorsqu'il ne se dégage plus de valeurs ammoniacales de la branche A, maintenue au-dessous de 0°, indique le poids de gaz ammoniac transformé en chlorure d'ammonium et en amidure de silicium. Le poids du chlorure d'ammonium est donné par les pesées de la branche B. L'amidure de silicium est analysé en déterminant la silice et l'ammoniaque formées dans sa réaction avec l'eau.

» *Conclusions.* — Notre méthode permet de préparer et d'analyser deux corps : l'*amidure* et l'*imidure* de silicium, dans un état complet de pureté ([1]). C'est la première fois qu'ils ont pu être isolés, tous les essais antérieurs ayant été réalisés à des températures trop élevées, y compris ceux dans lesquels la benzine servait de dissolvant. De plus, l'analyse, effectuée sur les substances engendrées au sein de ce liquide, ne devait porter, en réalité, que sur des mélanges complexes, toujours souillés de chlorure d'ammonium, la benzine utilisée, pour les lavages, ne pouvant entraîner que le gaz ammoniac. Enfin, pour éliminer ce dissolvant, il était nécessaire de pulvériser la matière, dans un mortier, et de la sécher ensuite. Or, pendant toutes ces manipulations, si rapides fussent-elles, l'amidure disparaissait, et par suite de sa décomposition spontanée, et par l'effet de l'humidité de l'air.

» Toutefois, nous reconnaissons que, parmi les nombreuses formules imaginées pour interpréter le phénomène, c'est l'équation (*a*), établie par M. T. Lengfeld, que sont venues vérifier nos multiples expériences.

» Enfin, nos conclusions gagneront en autorité si nous ajoutons que les résultats qui les déterminent sont, en tous points, comparables à ceux auxquels est arrivé M. Joannis ([2]) en faisant agir l'ammoniac sur le chlorure de bore. »

([1]) Les premiers essais ont donné un corps contenant toujours du chlore; mais les expériences ultérieures ont montré que cet élément diminuait à mesure que l'on augmentait le nombre des lavages. Cela indiquait la présence du chlorure d'ammonium non entraîné. Or, il est nécessaire de faire remarquer qu'aucun changement de couleur ne prévient de la fin de l'opération. En présence de cette difficulté, on effectua une série d'essais en les faisant porter sur un poids sensiblement constant de chlorure de silicium, et l'on chercha quel volume de gaz liquide était nécessaire pour que le lavage fût complet.

([2]) Joannis, *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 1107.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Combinaisons de l'acide ferrocyanhydrique avec les composés organiques.* Note de MM. **Chrétien** et **Guinchant**, présentée par M. A. Ditte.

« Au cours des recherches sur l'acide ferrocyanhydrique, l'un de nous eut l'occasion d'observer que l'acide sec foisonne dans la *vapeur* d'éther, en absorbant un poids d'éther variable avec la température.

» MM. Étard et Bémond ([1]), M. Browning ([2]) ont obtenu une combinaison de 1^{mol} d'acide avec 2^{mol} d'éther, en mettant l'acide anhydre dans l'éther pur et sec. MM. Baeyer et Villiger ([3]) trouvent, au contraire, que l'acide sec prend environ $2^{mol},7$ d'éther, mais ils n'indiquent pas les conditions dans lesquelles ils se sont placés. Toutes ces recherches semblent avoir été faites en mettant l'acide solide dans l'éther liquide; la difficulté de séparer l'excès d'éther suffit amplement à expliquer le désaccord.

» L'absorption directe des vapeurs d'éther par l'acide sec devait fournir une méthode plus précise pour fixer le poids d'éther absorbé.

» Un poids d'acide ferrocyanhydrique compris entre 1^g et 2^g était placé dans un pèse-filtre à côté d'un cristallisoir renfermant de l'éther rectifié sur le sodium. Le tout était recouvert d'une cloche reposant simplement sur une plaque de verre. L'acide gonfle rapidement et en quelques heures son volume apparent est devenu 4 à 5 fois plus grand; après 15 à 20 heures la tare du pèse-filtre reste constante; nous avons constaté qu'elle ne varie pas en prolongeant le contact pendant 14 jours.

» Nous avons dosé l'éther absorbé en décomposant la combinaison par la lessive de soude. Les vapeurs, entraînées par un courant d'oxygène, se desséchaient dans des tubes à potasse et à baryte, puis étaient brûlées dans un appareil ordinaire à combustion organique.

» Nous avons constaté que l'augmentation de poids de l'acide (diminuée du poids de la vapeur d'éther remplissant le pèse-filtre) correspond exactement au poids d'éther dégagé par la soude.

» Le nombre n de molécules d'éther fixées sur 1^{mol} d'acide varie avec la température et, par conséquent, avec la tension maxima de l'éther, qui forme atmosphère; nous avons trouvé :

à 0°	$n = 2,71$	à 16°	$n = 2,45$
à 8°	$n = 2,61$	à 22°	$n = 2,35$

» Le poids d'éther fixé varie à peu près proportionnellement à la température; dans

([1]) *Comptes rendus,* t. XCIX, 1884, p. 972.
([2]) *Trans. chem. Soc.,* t. LXXVII, 1900, p. 1233.
([3]) *Berichte d. deut. chem. Gesel.* (1), 1902, p. 1205.

un intervalle aussi restreint, la variation est aussi proportionnelle à la tension maxima de l'éther.

» Ce fait ne nous permettait pas d'admettre que nous nous trouvions en présence d'un ou de plusieurs composés définis. La portion solide ne pouvait constituer qu'une seule phase à composition variable, par conséquent une dissolution solide dans une combinaison moins riche en éther; nous avons confirmé ce résultat par la mesure des tensions de vapeur.

» Nous avons introduit dans des appareils à dissociation soit de l'éther avec un poids connu d'acide, soit la combinaison toute formée; l'air était balayé par un courant prolongé de vapeur d'éther bouillant sous pression réduite. La tension de vapeur va constamment en décroissant à chaque extraction de gaz et finit par atteindre une valeur très faible, $0^{mm},5$ à 1^{mm}. Les expériences ont été faites entre 10° et 50°; à cette température les gaz extraits commencent à sentir l'acide cyanhydrique, l'odeur cyanée est très vive aux températures supérieures.

» Les produits restant dans les tubes ont été analysés par pesées et dosages alcalimétriques, ils renfermaient encore 2^{mol} d'éther pour 1^{mol} d'acide, ainsi *les combinaisons plus riches en éther ne sont pas des composés définis; elles représentent des dissolutions solides de l'éther dans un produit à* 2^{mol}.

» Quant à ce dernier produit, il a une tension de vapeur, sinon nulle, du moins très faible au-dessous de la température où il commence à se décomposer. M. Browning (*loc. cit.*) a signalé qu'il n'abandonne son éther qu'à 90° dans le vide; à cette température il abandonne aussi les produits de décomposition de l'acide ferrocyanhydrique et toute mesure de tension serait illusoire. Cette stabilité dans le vide semble en opposition avec la facilité avec laquelle le produit perd son éther à l'air. Les expériences suivantes nous ont montré que la présence d'une petite quantité de vapeur d'eau est nécessaire aussi bien pour la formation que pour la décomposition du produit.

» Nous avons placé côte à côte trois cloches renfermant un poids déterminé d'acide et un cristallisoir d'éther. L'une d'elles était simplement posée sur une plaque de verre; l'acide a pris $2^{mol},48$ d'éther à 14°, en 24 heures et le poids n'a pas varié pendant 16 jours.

» La seconde cloche renfermait depuis quelques jours de la chaux vive et reposait sur le fond d'un large cristallisoir contenant du mercure. L'absorption de l'éther a été extrêmement lente; au bout de 24 jours $2^{g},062$ d'acide ont pris $0^{g},519$ d'éther, soit $0^{mol},73$.

» La troisième cloche contenait du sodium et de l'anhydride phosphorique et reposait, comme les précédentes, sur une couche de mercure; l'absorption d'éther fut plus lente encore, après 35 jours $2^{g},044$ d'acide avaient pris $0^{g},091$ d'éther, soit $n = 0,13$.

» Ainsi l'eau joue dans la combinaison une action cyclique ou *catalytique* au sens que H. Ostwald donne à ce terme : elle accélère la vitesse de réaction. Les exemples d'actions analogues sont nombreux : on sait que SO^2 et O (¹), HCl et AzH^3, etc. (²), ne se combinent pas en l'absence de toute trace d'humidité. Dans tous ces cas, la présence d'une quantité d'eau non dosable fait passer la vitesse de réaction d'une valeur pratiquement nulle à une valeur pratiquement infinie; le cas que nous signalons semble particulièrement intéressant, parce que la vitesse de réaction conserve toujours une valeur finie en présence d'une tension de vapeurs d'eau mesurable : il sera possible de rechercher si la loi des masses actives est applicable à ce cas intéressant de catalyse.

» L'eau agit aussi comme catalysateur dans la dissociation de la combinaison en acide ferrocyanhydrique et éther.

» Le produit qui n'a plus de tension sensible dans le vide se décompose très rapidement à l'air. Les combinaisons à plus de 2^{mol} abandonnées sous une cloche en présence d'acide sulfurique pur, perdent en quelques heures l'excès d'éther qu'elles contiennent, en 10 à 12 heures elles arrivent à 2^{mol}. La décomposition ne se produit ensuite que très lentement si la cloche a été parfaitement desséchée par l'anhydride phosphorique. En présence de chaux et d'acide sulfurique, le produit conservait encore $1^{mol},5$ après 20 jours dans le vide; en présence d'anhydride phosphorique et de sodium, 1^{mol} d'acide avait gardé $1^{mol},94$ d'éther après 43 jours.

» Nous concluons de ces recherches *que l'acide ferrocyanhydrique forme avec l'éther une combinaison renfermant* 1^{mol} *d'acide et* 2^{mol} *d'éther; ce composé ne se forme et ne se détruit que sous l'influence d'agents catalytiques tels que la vapeur d'eau; il peut absorber en outre jusqu'à* $0^{mol},71$ *d'éther à* 0° *pour donner une dissolution solide*, dont la concentration varie par conséquent avec la température et avec la tension de la vapeur d'éther qui forme atmosphère.

» L'acide ferrocyanhydrique absorbe de la même façon les vapeurs d'acétone, d'oxyde d'éthylène, d'épichlorhydrine, d'alcool allylique. L'action catalytique de la vapeur d'eau est encore plus grande pour la combinaison avec l'acétone que pour la combinaison avec l'éther. L'alcool allylique donne de très beaux cristaux renfermant 4^{mol} d'alcool. »

(¹) Russel et Smith, *J. chem. Soc. Trans.*, 1900, p. 348.

(²) Voir Van't Hoff, *Leçons de Chimie physique*. Trad. Corvisy, Ire Partie, 1898, p. 216.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des alcools primaires au moyen des acides correspondants.* Note de MM. **L. Bouveault** et **G. Blanc**, présentée par M. A. Haller.

« Si nous exceptons les alcools méthylique, éthylique, propylique, isobutylique et isoamylique que nous fournit la distillation du bois ou la fermentation du glucose, tous les autres alcools primaires de la série grasse sont très difficiles à obtenir. Nous disposons cependant de quatre méthodes synthétiques dont deux, déjà anciennes, dues à Würtz et à Friedel, emploient comme matière première l'acide correspondant à l'alcool cherché, et les deux autres un alcool homologue inférieur.

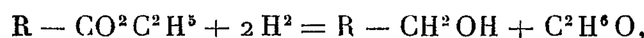
» La première consiste à réduire une aldéhyde R — CHO au moyen de l'amalgame de sodium; il faut au préalable se procurer l'aldéhyde par calcination avec du formiate de calcium, du sel de calcium, de l'acide $R-CO^2H$. Dans la seconde, on réduit par l'amalgame de sodium ou le couple zinc-cuivre un chlorure ou un anhydride d'acide. On obtient, à côté de l'alcool $R-CH^2OH$, l'aldéhyde et surtout l'éther-sel (ester) $R-CH^2-O-CO-R$.

» Ces deux méthodes sont pénibles et donnent à partir de l'acide de mauvais rendements en alcool.

» La troisième méthode est due à M. Guerbet (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 511; *Bull. Soc. chim.*, t. XXI, p. 487, t. XXV, p. 300; *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1220, et t. CXXXIV, p. 467; *Bull. Soc. chim.*, t. XXVII, p. 578, 581, 1034 et 1036); elle consiste à condenser à haute température au moyen de sodium 2^{mol} d'un même alcool primaire ou deux alcools différents. Enfin MM. V. Grignard et L. Tissier obtiennent des alcools primaires en condensant le trioxyméthylène avec les dérivés organomagnésiens (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 107).

» Les acides étant des matières premières en général abordables, nous avons cherché à rendre pratiques les deux premières méthodes et nous avons fait porter nos expériences de réduction sur les éthers-sels (esters). Nous avions été frappés de l'énergie avec laquelle réagissent sur les réactifs organomagnésiens ces composés qui semblent dépourvus d'activité chimique; nous nous sommes également souvenus que les lactones des acides de la série gluconique, composés qui sont des éthers-sels, sont aisément réduites à l'état d'alcools polyatoniques (L. Kiliani, *D. chem. Ges.*, t. XX, p. 2714; E. Fischer, *Ibid.*, t. XXII, p. 2204).

» Nous avons en effet constaté que les éthers méthyliques ou éthyliques des acides gras sont réduits par le sodium en présence de l'alcool absolu suivant les équations :



$$R - CO^2C^2H^5 + 2H^2 = R - CH^2OH + C^2H^6O,$$



$$R - CO^2C^2H^5 + Na^4 + 3C^2H^6O = R - CH^2OH + 4C^2H^5ONa.$$

» On dissout 1^{mol} de l'ester dans trois à quatre fois son poids d'alcool absolu et l'on fait tomber par petites portions cette solution, à l'aide d'un tube à brome, dans un ballon, relié à un puissant réfrigérant ascendant et contenant 6^{at} de sodium en gros morceaux. La réaction est très vive, la température s'élève au point de faire fondre tout le sodium. On règle l'arrivée de la solution alcoolique de manière à produire une vive ébullition du mélange. Une fois l'introduction terminée, on maintient l'ébullition en chauffant le ballon au bain et chlorure de calcium pendant plusieurs heures. On rajoute s'il le faut de l'alcool absolu de manière à obtenir la dissolution totale du sodium. On laisse refroidir et l'on ajoute de l'eau de manière à transformer l'éthylate de sodium en soude alcoolique et à fluidifier le mélange; on saponifie ainsi tout l'éther qni n'a pas été réduit. A l'aide d'un courant de vapeur d'eau on entraîne d'abord l'alcool ordinaire, puis le nouvel alcool qu'on sépare de l'eau par agitation à l'éther. La première portion redistillée à la colonne laisse aussi comme résidu un mélange d'eau et du nouvel alcool qu'on sépare de la même manière.

» Le premier ester que nous ayons soumis à ce traitement est l'octanoate (caprylate de méthyle) ; un peu plus de la moitié de l'acide caprylique est transformé en octanol-1, presque tout le reste est retrouvé à l'état de sel de sodium à peu près insoluble dans la soude concentrée et formant après refroidissement une croûte solide à la surface, 5 pour 100 environ de produit sont transformés dans le glycol bisecondaire $C^7H^{15} - CH(OH) - CH(OH) - C^7H^{15}$ distillant aux environs de 200° sous 10^{mm} et cristallisant par refroidissement. Ce produit doit être un mélange des deux stéréoisomères possibles, car la petite quantité de produit que nous avons eue entre les mains n'a pu nous donner de cristaux définis, ni de point de fusion fixe.

» L'octanol 1 a été découvert à l'état d'éther dans l'essence d'*Heracleum spondylium* par Th. Zincke (*Ann. Ch. Pharm.*, t. CLII, p. 1; *Zeitschrift für Chemie*, t. V, p. 55; *Bull. Soc. chim.*, t. XII, p. 144) qui a aussi préparé son acétate; il a été étudié par Möslinger (*D. chem. Ges.*, t. IX, p. 999). Il n'a pas encore été obtenu par voie synthétique. Il bout à 96° sous 17^{mm}.

» L'*acétate d'octyle* 1, obtenu au moyen d'anhydride acétique, constitue un liquide incolore bouillant à 98° sous 15^{mm}.

» L'*oxyde de méthyle et d'octyle* 1 (Dobriner, *Ann. Chim. Pharm.*, t. CCXLIII, p. 4) a été préparé en traitant l'alcool par la quantité correspondante de sodium en fil et, après dissolution de ce dernier, par l'iodure de méthyle. Il a été purifié par distillation sur le sodium, d'abord sous pression réduite et ensuite à la pression ordinaire; il bout à 75° sous 20^{mm}.

» La *phényluréthane* $C^7H^{15} - CH^2 - O - CO - AzH - C^6H^5$, obtenue par mélange de l'octanol et du carbanile au sein de l'éther de pétrole, forme, après recristallisation dans l'alcool méthylique, de magnifiques cristaux fusibles à 74°.

» Les éthers halogénés étant aisément transformés en hydrocarbures par l'intermédiaire des dérivés organométalliques du zinc ou du magnésium, on a maintenant un moyen pratique de passer d'un acide à l'hydrocarbure saturé correspondant. Nous nous occupons de généraliser ces recherches. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Influence de la nature du milieu extérieur sur la formation et l'évolution des composés odorants chez la plante.* Note de MM. E. **Charabot** et A. **Hébert**, présentée par M. Haller.

« L'étude de l'évolution des composés odorants, d'une part chez les plantes cultivées normalement, d'autre part chez les plantes ayant vécu sur des sols additionnés de sels minéraux, présente un intérêt tout particulier. Elle peut permettre de discerner quelle est la nature des phénomènes chimiques qui sont favorisés ou entravés en même temps que sont affectés tels ou tels phénomènes physiologiques, de sorte que quelques-uns des liens étroits reliant les deux ordres de phénomènes seront mis en lumière par les résultats de cette étude.

» Guidés par les considérations théoriques que nous avons exposées déjà (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 160) nous avons soumis la menthe poivrée à l'influence de divers sels minéraux ajoutés au sol. Les conditions expérimentales ont été décrites dans une Note antérieure (*loc. cit.*, t. CXXXVI, p. 160), nous n'y reviendrons pas. A la fin de la végétation, les 25, 26 et 27 août 1902, nous avons procédé à l'extraction des huiles essentielles des plantes soumises aux divers modes de culture et déterminé les rendements.

» *Formation des composés terpéniques.* — Les meilleurs résultats ont été fournis par le chlorure d'ammonium qui a eu pour effet d'augmenter considérablement le rendement en huile essentielle, tout en assurant une récolte plus abondante. Si l'on exprime les rendements par rapport à la plante sèche, on est conduit aux conclusions suivantes : Les chlorures de sodium et de potassium n'ont pas d'influence sensible sur la formation des composés terpéniques, tandis que le chlorure d'ammonium la favorise notablement. Les sulfates, principalement celui de manganèse, celui de potassium et celui d'ammonium, paraissent favorables à la production des composés odorants. Il en est de même du nitrate de sodium et du phosphate disodique.

» *Évolution des composés terpéniques.* — Les résultats complets de l'analyse des diverses huiles essentielles sur lesquelles a porté notre étude seront publiés dans un autre Recueil; nous nous bornerons ici à examiner les résultats dans leur ensemble et à formuler les conclusions qui s'en dégagent.

» Nous avons observé récemment (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 160) que *les sels minéraux ajoutés au sol ont pour effet d'accélérer, d'une façon plus ou moins sensible, la diminution de la proportion d'eau chez la plante.* L'analyse des huiles essentielles nous a montré d'autre part que, d'une manière générale, *les sels favorisent l'éthérification du menthol.* Ces deux phénomènes : *perte d'eau* et *éthérification du menthol* paraissent donc ne pas être dus à des causes indépendantes. Poussons plus loin leur étude comparative.

» Les pertes d'eau subies par les parties aériennes des plantes témoins et des plantes soumises aux diverses influences ont varié entre 7,2 et 22,7 pour 100 de plante fraîche, du 25 mai au 21 août. Nous allons répartir les nombres fournis par le dosage des éthers dans les huiles essentielles entre quatre groupes, un même groupe réunissant ceux obtenus avec les plantes dont les pertes d'eau diffèrent de plus de 4 pour 100, c'est-à-dire d'une quantité, somme toute, assez faible. Pour étudier comparativement la perte d'eau et le phénomène de l'éthérification, nous inscrirons, à côté du nombre représentant la diminution de la proportion d'eau, la valeur du rapport du menthol combiné au menthol total, et nous ferons les moyennes des nombres relatifs à chacun des groupes.

Désignation du genre de culture.	Diminution de la proportion d'eau.		Rapport entre le menthol combiné et le menthol total.	
Culture normale	7,2	moyenne : **9,6**	$\frac{25,9}{100}$	moyenne : $\frac{\mathbf{27,0}}{\mathbf{100}}$
Culture au NaCl	9,8		$\frac{26,3}{100}$	
Culture au PO^4Na^2H	10,3		$\frac{25,2}{100}$	
Culture au SO^4Mn	10,9		$\frac{30,6}{100}$	
Culture au SO^4K^2	12,5	moyenne : **13,1**	$\frac{34,5}{100}$	moyenne : $\frac{\mathbf{33,3}}{\mathbf{100}}$
Culture au AzH^4Cl	13,3		$\frac{27,5}{100}$	
Culture au SO^4Fe	13,6		$\frac{34,8}{100}$	
Culture au KCl	15,3	moyenne : **16,5**	$\frac{36,7}{100}$	moyenne : $\frac{\mathbf{34,1}}{\mathbf{100}}$
Culture au SO^4Na^2	15,7		$\frac{33,3}{100}$	
Culture au AzO^3Na	16,1		$\frac{32,7}{100}$	
Culture au AzO^3K	19,1		$\frac{33,9}{100}$	
Culture au $SO^4(AzH^4)^2$	20,3	moyenne : **21,5**	$\frac{33,1}{100}$	moyenne : $\frac{\mathbf{37,8}}{\mathbf{100}}$
Culture au AzO^3AzH^4	22,7		$\frac{42,6}{100}$	

» Les résultats inscrits dans ce Tableau prouvent qu'*il existe une relation entre l'intensité du phénomène de l'éthérification et la diminution de la proportion d'eau chez la plante*. Cela ressort aussi du Tableau suivant, dans lequel nous inscrivons d'une part la perte moyenne d'eau, d'autre part la valeur moyenne du rapport $\frac{\text{menthol combiné}}{\text{menthol total}}$ correspondant aux sels d'un même acide ajoutés au sol.

	Perte d'eau (moyenne).	Valeur moyenne du rapport du menthol combiné au menthol total.
Nitrates	19,5	$\frac{36,4}{100}$
Sulfates	14,6	$\frac{33,3}{100}$
Chlorures	12,8	$\frac{30,2}{100}$
Phosphate disodique	10,3	$\frac{25,2}{100}$

» L'équation, alcool + acide = éther + eau, montre que l'éthérification, si ce phénomène suit chez la plante les lois de l'équilibre chimique, doit être d'autant plus active que la proportion d'eau est moindre et que l'acidité du milieu est plus grande.

» Les différences observées en ce qui concerne la valeur du rapport $\frac{\text{menthol combiné}}{\text{menthol total}}$ sont-elles dues aux phénomènes qui règlent la proportion d'eau chez la plante ou bien s'expliquent-elles par des différences d'acidité? Notre étude sur l'acidité volatile (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1009) va nous permettre de répondre immédiatement à cette question. Nous avons vu, en effet, que les groupes de sels qui favorisent le plus la diminution de la proportion d'eau chez la plante sont aussi ceux pour lesquels le rapport entre les acides volatils éthérifiés et l'acidité volatile totale est le plus élevé. Il en résulte que, *à un état d'hydratation moindre correspond non seulement une éthérification plus active de l'alcool, mais encore une éthérification plus active de l'acide*. C'est donc bien des phénomènes, absorption et transpiration, susceptibles de régler les proportions d'eau contenues chez la plante qu'il y a lieu de faire dépendre le phénomène de l'éthérification.

» Cela nous montre, en particulier, que *c'est en provoquant la transpiration que la fonction chlorophyllienne favorise l'éthérification.* »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelle méthode de dosage de l'acide oxalique dans les urines, les aliments, etc.* Note de M. **Albahary**, présentée par M. Armand Gautier.

« Si nous faisons abstraction de l'ancienne méthode de Neubauer pour le dosage de l'acide oxalique dans les urines, méthode plus ou moins exacte, il reste le procédé récent de Salkowski, modifié en 1902 par Autenrieth et Barth, qui donne des résultats assez sûrs. Mais quoi qu'en disent ces auteurs, les différentes filtrations et précipitations qu'il nécessite sont fort longues et en outre la manipulation de quantités d'éther n'est pas pratique, car il faut, d'après A.-M. Luzatto, faire jusqu'à 18 extractions éthérées pour recueillir tout l'acide oxalique. Enfin, et surtout, l'acide chlorhydrique peut avoir une action sur les différentes combinaisons qui, par dédoublement, donnent de l'acide oxalique non préformé, ce qui a toujours lieu si l'on chauffe l'urine en présence de cet acide.

» Pour éviter tous ces inconvénients j'ai cherché une méthode simple et rapide pour le dosage de l'acide oxalique et des oxalates *préformés* des urines. Elle peut s'appliquer aussi aux matières alimentaires avec une légère variante :

» La quantité d'urine des 24 heures est versée dans une capsule et additionnée de 50^{cm^3} de Na^2CO^3 (10 pour 100). On porte au bain-marie et l'on concentre la liqueur jusqu'au tiers de son volume. On ajoute à ce moment 20^{cm^3} d'une solution d'un mélange contenant pour 100 : 10 parties de $MgCl^2$ et 20 parties de AzH^4Cl ; on additionne de noir animal lavé aux acides ; on agite de temps en temps le liquide qui continue à se concentrer au bain-marie. Une heure après l'addition de ces substances, le volume du liquide étant réduit au quart environ du volume primitif, on filtre à la trompe sans laisser refroidir ; après avoir ajouté au filtrat de l'ammoniaque jusqu'à réaction fortement alcaline on l'abandonne pendant 12 heures. On jette alors sur un filtre simple et l'on ajoute au filtrat du $CaCl^2$ en petit excès et de l'acide acétique jusqu'à réaction faiblement acide. On abandonne de nouveau pendant 12 heures dans un endroit tiède. Tout l'oxalate de chaux est alors précipité. On le recueille sur un petit filtre et l'on dose l'acide oxalique. Pour cela on peut suivre deux méthodes : 1° dissoudre le précipité d'oxalate de chaux sur le filtre même dans H^2SO^4 dilué et titrer le filtrat par une liqueur de $KMnO^4$; 2° calciner le filtre pour transformer l'oxalate de calcium en CaO et calculer l'acide oxalique correspondant.

» Par l'addition précédente de $MgCl^2 + AzH^4Cl$ on précipite quantitativement les phosphates ; par le noir animal on entraîne les matières mucilagineuses qui rendent, dans les autres méthodes, la filtration longue et ennuyeuse. En même temps la totalité de l'acide urique est aussi entraînée.

» Les différentes analyses, faites comparativement d'après cette méthode, m'ont donné les résultats suivants :

Méthodes.	Lapin (urine de $3^j = 1050^{cm^3}$) pris 300^{cm^3} d'urine.	Chien (urine de $2^j = 3120^{cm^3}$) pris 1000^{cm^3}.	Homme (urine de $3^j = 3415^{cm^3}$) pris 1000^{cm^3}.
Salkowski.........	$0^g,0021$ ($C^2O^4H^2$)	$0^g,0386$ ($C^2O^4H^2$)	$0^g,0084$ ($C^2O^4H^2$)
Autenrieth et Barth.	0,0016 »	0,0422 »	0,0092 »
Albahary..........	0,0022 »	0,0403 »	0,0108 »

» Pour nous convaincre que tout l'oxalate *préformé* dans l'urine est bien précipité et qu'aucune impureté ne l'accompagne, nous avons fait l'expérience suivante :

» On ajoute à 1000^{cm^3} d'urine de chien $0^g,0988$ $C^2O^4H^2 + 2H^2O$ et on analyse cette urine comparativement avec 1000^{cm^3} de la même urine à l'état naturel :

(A) 1000^{cm^3} d'urine + 0,0988 $C^2O^4H^2 + 2H^2O$,

Trouvé : $CaO = 0,06862$.

(B) 1000^{cm^3} d'urine sans addition de $C^2O^4H^2$.

Trouvé : $CaC^2O^4 = 0,0542$.

on dissout l'oxalate de chaux sur le filtre par l'acide sulfurique dilué et l'on titre l'acide oxalique dans le filtrat par $KMnO^4$:

Trouvé : $C^2O^4H^2 = 0,0378$ au lieu de 0,0382 nombre théorique. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la production du glucose par les tissus animaux.* Note de MM. **Cadéac** et **Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

« Nos recherches antérieures ont mis en évidence la production de glucose par les muscles striés et lisses ; cette fonction n'est-elle pas une propriété commune à tous les tissus ?

» Normalement, tous peuvent renfermer des traces de glucose ; ébouillantés immédiatement après ablation, ils en montrent souvent, en petite quantité. Nous en avons trouvé (chez le cheval et chez le chien) dans les cartilages, les ligaments, les tendons, le péricarde, le mésentère, l'épiploon, les parois de l'aorte, de la jugulaire, la peau, le cristallin, la sclérotique, l'humeur vitrée, les ganglions lymphatiques, et dans les parenchymes : rate, pancréas, parotide, testicules, ovaires, rein, corps thyroïde, cerveau, poumon, tumeurs diverses, etc.

» Chez un animal déterminé, on décèle presque toujours la présence du sucre dans un certain nombre de ses tissus ; généralement moins de 1^{cg}

pour 100^{g} de tissu. Cette répartition du sucre chez l'animal sain n'offre rien de fixe; tel organe ou tissu qui en renferme chez l'un, en est privé chez un autre.

» En partant de ces données, nous soumettons à l'asphyxie, dans le fluorure de sodium à 2 pour 100, des fragments de chacun des organes et tissus précités, et nous examinons, à intervalles égaux pour tous, la quantité de glucose formée dans chacun d'eux.

» Nous constatons ainsi que tous ces tissus, qu'ils en renferment ou non au début, élaborent du glucose; mais, autant la production du sucre est rapide dans les muscles, autant elle est lente dans les tissus de la famille conjonctive, et surtout dans les parenchymes. A ce point de vue, les divers tissus peuvent être sériés de la manière suivante: le cœur, les muscles striés, manifestant cette fonction au bout d'une heure; les muscles lisses, plus lents à élaborer le glucose; les tissus de la famille conjonctive (tendons, cartilages, séreuses, etc.) qui ne produisent une quantité appréciable de sucre qu'au bout de 24 heures; et enfin les parenchymes, dont l'activité productrice peut demeurer latente pendant 24 à 48 heures.

» Dans tous les cas, l'élaboration du sucre par les organes et les tissus est un phénomène de vie protoplasmique, indépendant de toute altération cadavérique. En effet, si l'on tue, par immersion dans l'eau bouillante, les tissus sur lesquels on expérimente, ils ne produisent jamais de sucre.

» D'autre part, le sucre préexistant ou élaboré pendant l'expérience, par les organes ou les tissus, disparaît toujours d'une manière complète quand on prolonge l'asphyxie dans le fluorure de sodium. Au bout de 6 à 8 jours, en général, tous sont dépourvus de glucose.

» Cette destruction est quelquefois beaucoup plus rapide; on peut voir exceptionnellement le glucose disparaître au bout de 24 heures dans les tissus qui en renfermaient au début de l'expérience. C'est que les tissus ou organes, soumis à la vie asphyxique, sont le siège d'un double phénomène : de glycosoformation et de glycolyse. Et suivant que l'un ou l'autre de ces actes, qui se manifestent concurremment, prédomine, on note l'accumulation du glucose, sa diminution ou sa disparition.

» Dans les Tableaux suivants, nous résumons les variations en glucose dans les parenchymes du chien après une asphyxie de 48 heures :

Durée de l'asphyxie : 48 heures (pour les 4 expériences).

	Expérience I. Glucose.		Expérience II. Glucose.		Expérience III. Glucose.		Expérience IV. Glucose.	
Tissus ou organes (100^{gr}).	Présence ou absence.	Formé (+), disparu (−).	Présence ou absence.	Formé (+), disparu (−).	Présence ou absence.	Formé (+), disparu (−).	Présence ou absence.	Formé (+), disparu (−).
Rein au début	présence	cg	absence	cg	traces	cg	présence	cg
Rein après asphyxie	id.	+1,2	présence	+1,2	»	0	absence	−1,7
Rate au début	absence		présence		présence		absence	
Rate après asphyxie	présence	+2,1	id.	+3,4	id.	+3,9	présence	+4,4
Pancréas au début	absence		absence		traces		présence	

Tissus ou organes (100^{gr}).	Expérience I. — Glucose. Présence ou absence.	Formé (+), disparu (—).	Expérience II. — Glucose. Présence ou absence.	Formé (+), disparu (—).	Expérience III. — Glucose. Présence ou absence.	Formé (+), disparu (—).	Expérience IV. — Glucose. Présence ou absence.	Formé (+), disparu (—).
		cg		cg		cg		cg
Pancréas après asphyxie...	absence	»	absence	»	présence	+0,9	présence	—0,5
Poumon au début........	présence		présence		»		»	
Poumon après asphyxie...	id.	+4,3	id.	+0,7	»	»	»	»
Testicules au début.......	absence		»		traces		»	
Testicules après asphyxie..	présence	+2,4	»	»	absence	»	»	»
Cerveau au début........	absence		absence		absence		absence	
Cerveau après asphyxie...	id.	»	id.	»	présence	+0,3	présence	+0,8

» Dans l'expérience V on voit, après une asphyxie de 4 jours, le sucre disparaître entièrement dans les reins et le cerveau.

Expérience V.

Tissus ou organes (100^{g}).	Glucose. Présence ou absence.	Formé (+), disparu (—).
Rein au début......................	présence	»
Rein après asphyxie de 48 heures.....	id.	—1^{cg},7
Rein après asphyxie de 4 jours.......	absence	disparition totale
Cerveau au début..................	absence	»
Cerveau après asphyxie de 48 heures.	présence	+1^{cg},1
Cerveau après asphyxie de 4 jours....	absence	disparition totale
Pancréas au début..................	présence	»
Pancréas après asphyxie de 48 heures.	traces	—3^{cg}
Poumon au début...................	présence	»
Poumon après asphyxie de 48 heures..	id.	+1^{cg},9

» De ces recherches nous croyons pouvoir tirer les conclusions suivantes :

» 1° Tous les organes ou tissus du chien et du cheval (hormis le tissu osseux) peuvent à l'état normal renfermer une petite quantité de glucose.

» 2° Ces mêmes tissus en produisent tous, quand on les soumet à la vie asphyxique pendant un temps convenable.

» 3° La vie asphyxique prolongée amène toujours la disparition totale du sucre préexistant et du sucre formé pendant la durée de l'expérience.

» 4° Cette production de glucose est un phénomène de vie protoplasmique, puisqu'elle ne se manifeste pas dans les tissus dont les éléments ont été tués par immersion dans l'eau bouillante. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur les bandes transversales scalariformes striées des fibres cardiaques* (¹). Note de M. F. MARCEAU, présentée par M. Edm. Perrier.

« La hauteur des bandes transversales est très variable non seulement chez les différents animaux, mais encore chez la même espèce animale, suivant l'âge et la région du cœur où on les observe. Elle est comprise en général entre celle du tiers et celle de la totalité d'un disque épais. Si elles peuvent avoir cette dernière dimension ou parfois même la dépasser légèrement, *jamais je ne les ai vues atteindre la hauteur d'un élément musculaire.*

» I. *Répartition chez les différentes classes de Vertébrés.* — Malgré les nombreuses tentatives que j'ai faites pour mettre en évidence ces formations chez les Vertébrés inférieurs (Poissons, Batraciens, Reptiles), chez les fœtus de Mammifères et d'Oiseaux, chez leurs jeunes quelque temps encore après la naissance, je n'ai obtenu que des résultats négatifs. Chez certains Oiseaux (Canard, Oie, Geai), je n'ai pu non plus en constater la présence, tandis qu'elles existent chez la Poule, la Dinde, le Martinet des murailles. De la sorte, *les bandes tranversales scalariformes striées sont des formations spéciales aux Mammifères adultes, aux jeunes Mammifères quelque temps après la naissance et aussi à certains Oiseaux déjà arrivés à leur complet développement* (²).

» II. *Répartition dans le cœur des mammifères et des oiseaux.* — Les bandes transversales scalariformes striées sont très inégalement réparties dans les fibres, non seulement suivant les régions du cœur où elles sont prises, mais encore le plus souvent dans celles d'une région déterminée. Chez tous les mammifères que j'ai étudiés et aussi chez le coq âgé, j'ai constaté que ces formations sont bien plus nombreuses dans les parois du ventricule gauche et plus spécialement dans un muscle papillaire que dans les parois du

---

(¹) Elles sont désignées sous les noms suivants : *Traits scalariformes* (EBERTH), *ponts protoplasmiques intercellulaires* (PRZEWOSKI, MAC CALLUM), *pièces intercalaires* (N. HEIDENHAIN).

(²) Je n'ai pu non plus en constater la présence dans un fragment de cœur d'Echidné conservé dans l'alcool.

Les fibres de Mammifères sont d'ailleurs semblables à celles des Chéloniens, des Crocodiliens et des Oiseaux.

ventricule droit; dans les parois des oreillettes elles sont moins nombreuses encore que dans les parois du ventricule droit. Il suit, de là, que la répartition des bandes transversales scalariformes striées paraît liée, dans une certaine mesure, à l'activité plus ou moins grande des différentes régions du muscle cardiaque, activité qui va en décroissant des parois du ventricule gauche à celles du ventricule droit et enfin à celles des oreillettes où elle est minimum.

» III. *Structure.* — Les bandes transversales scalariformes striées ont une structure qui a bien été décrite chez l'homme par Browicz et Hoche. Colorées à l'hématoxyline ferrique, elles se laissent résoudre, sous un fort grossissement, en une série de courts bâtonnets fortement colorés en noir bleuâtre et plongés dans une substance homogène un peu moins foncée. Chez les animaux où leur hauteur est faible (mouton, souris, lapin, oiseaux), il est le plus souvent difficile d'y distinguer des bâtonnets; tout au plus laissent-elles apercevoir de faibles renflements en face des fibrilles, ce qui leur donne l'aspect légèrement monoliforme.

» J'ai constaté enfin, comme von Ebner, que ces formations sont isotropes comme les bandes claires et les disques minces; c'est-à-dire que, examinées au microscope polarisant, elles paraissent obscures lorsque les nicols sont croisés.

» IV. *Développement.* — Les bandes transversales scalariformes striées, tenant la place de séries de disques minces situés au même niveau et n'existant ni chez les embryons d'oiseaux et de mammifères, ni chez ces jeunes animaux, doivent probablement se développer, chez ces derniers, à une époque plus ou moins éloignée de la naissance et aux dépens de quelques-uns de ces éléments. C'est ce que j'ai pu constater avec certitude chez le mouton et le porc de 5 mois, chez le veau de 6 semaines, où j'ai observé ces formations à différents stades de leur développement.

» On peut résumer ainsi le développement des bandes transversales scalariformes striées :

» 1° Épaississement d'une série transversale de disques minces qui ont conservé cependant leur réaction colorante vis-à-vis de l'hématoxyline ferrique éosine.

» 2° Apparition d'une légère striation longitudinale due à la présence de fines granulations ou courts bâtonnets ayant une certaine affinité pour l'hématoxyline ferrique et colorés en gris plus ou moins foncé.

» 3° Changement de leur composition chimique se traduisant par une affinité générale de plus en plus grande pour le réactif précité.

» 4° Transformation en bandes transversales scalariformes plus ou moins compliquées pendant que les deux dernières modifications se produisent, par suite du développe-

ment de nouveaux éléments musculaires *à leur contact*, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre.

» V. *Signification et rôle probables*. — 1° En ce qui concerne la signification de ces formations, leur développement nous a montré que *ce sont des disques minces modifiés au point de vue de leur dimension en épaisseur et de leur structure;*

» 2° En ce qui concerne leur rôle, nous croyons que ce sont des *pièces de perfectionnement* des fibres cardiaques dont la présence est liée à leur *disposition rétiforme* et surtout à leur *mode de contraction* qui est à la fois *rythmique* et *rapide*.

» En outre, ainsi que Hoche l'a observé le premier, les bandes transversales scalariformes striées séparent souvent des fibres cardiaques en segments au repos et en contraction. D'après cette observation, l'hypothèse suivante se présente souvent à l'esprit :

» *Lors de la systole cardiaque, une partie seulement des segments des fibres doit se contracter pendant que les autres restent au repos et les bandes transversales sépareraient précisément ces segments au repos et en contraction, se comportant ainsi comme des tendons minuscules répartis suivant la longueur de ces fibres*.

» Nous n'avons pu, malheureusement, encore vérifier directement cette hypothèse, mais il y a un fait important qui la corrobore :

» Ayant en effet mesuré le faible raccourcissement qu'éprouvent les fibres cardiaques quand le cœur passe de l'état de diastole relative à l'état de systole, il faut, ou bien que ces fibres se contractent d'une façon très incomplète, ce qui serait peu logique, ou bien qu'une partie seulement de leurs segments se contractent complètement pendant que les autres restent au repos. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action de l'acide carbonique sur les œufs d'Échinodermes*. Note de M. C. **Viguier**, présentée par M. Edmond Perrier.

« M. Delage a communiqué à l'Académie, dans deux Notes (13 et 20 octobre 1902), ses observations sur l'influence exercée par CO^2 sur le développement parthénogénétique des œufs de l'*Asterias glacialis*. Il a exposé plus au long ses recherches dans un Mémoire (*Arch. de Zool. exp.*, 3e série, vol. X, p. 213-235; 1902). Comme je l'ai dit (notamment p. 84-86

d'un Mémoire *Sur les variations de la Parthénogénèse,* dans les *Ann. des Sc. nat.,* 1er fascicule de 1903, en cours de publication), il expliquait le phénomène en supposant que CO^2 détermine un *empoisonnement momentané* qui, portant sur des œufs où le noyau est en état d'activité pour l'expulsion des globules polaires, arrête cette division, et, pensait-il d'abord, empêche l'élimination du deuxième globule. Depuis, il admit que l'inhibition du deuxième globule n'était pas nécessaire, et qu'il suffisait que le noyau fût en activité. Il a proposé (p. 228 de son Mémoire) une explication qu'il reconnaît lui-même *incomplète;* et qui, dit-il, *n'est plutôt qu'une conception.* Si, pour que CO^2 agisse, il est vraiment nécessaire que le noyau de l'œuf soit en activité, chez les Oursins, où les œufs sont revenus à l'état de repos nucléaire avant la ponte, aucune action ne devrait évidemment se produire. Et, en effet (p. 229), M. Delage déclare que les œufs de *Strongylocentrotus* observés par lui ne furent pas influencés.

» Le matériel m'a manqué pour suivre de près le phénomène chez les Astéries. En mars, fort peu de sujets étaient mûrs. Le 12, cependant, sur quatre cultures d'*Ast. gl.,* deux réagirent avec CO^2; mais une seule parvint à donner de belles *gastrulas* qui, sans un accident survenu à mon étuve, auraient sans doute dépassé ce stade; tandis que, fécondés par les produits mélangés de deux ♂ très actifs, ces œufs ne dépassaient pas le stade à trente-deux blastomères. Le 22 mars, je n'obtins que des *blastulas* à parois épaisses, se tenant au fond des cuvettes; tandis que la fécondation donnait de jeunes gastrulas fort actives, qui toutefois ne dépassèrent point cet état. Depuis, c'est en vain que je tentai de renouveler l'expérience; et je renonçai même, à partir du 25 mars, aux cultures d'Astéries. Mais ces observations, pour isolées qu'elles soient, m'ont permis de confirmer (Note de ma page 127) les faits constatés par M. Delage.

» Dans cette même Note, je confirmais aussi l'indifférence assez grande des œufs de *Strongylocentrotus;* mais je gardais la réserve sur la théorie; car, déjà à cette époque, l'Oursin en question ne se montrait point absolument indifférent; et surtout parce que les œufs de l'*Arbacia,* après un séjour de quelques minutes seulement dans le réactif, devenaient visqueux et commençaient à s'attacher au fond de la cuvette. Même ceux qu'une faible agitation pouvait mettre en liberté subissaient, au bout de peu de temps, des fausses segmentations aboutissant à une sorte d'émulsion des œufs. Ceux des *Sphærechinus* et des *Strong.* montraient du reste les mêmes phénomènes, mais bien moins marqués. En outre, si l'on fécondait les œufs de ces Oursins de 20 à 30 minutes après leur sortie de CO^2, la plupart des œufs restaient inertes ou ne subissaient que les premières segmentations; il ne se développait que peu de larves, presque toutes anormales; alors que des fécondations par les mêmes ♂ produisaient, avec des œufs témoins des mêmes lots, fécondés en même temps que les ex-carboniques, des larves arrivant au stade *pluteus.*

» Les circonstances ont encore arrêté mes observations pendant le mois d'avril; lorsque je pus les reprendre, le 8 mai, les phénomènes étaient encore bien plus nets.

» Dans aucune de mes cultures d'oursins, je n'ai vu se produire de parthénogenèse provoquée par le réactif. Une seule fois (*Arbacia* du 23 mai) j'ai constaté des segmentations 2, alors qu'il n'y avait rien chez les témoins. Le séjour dans le réactif avait été de 2 heures. Peut-être un plus long séjour eût-il, dans ce cas, donné des résultats plus favorables; mais j'en doute, car, à cette époque, les œufs mûrs d'*Arbacia* étaient, en immense majorité, tués presque instantanément par le réactif. Les fausses segmentations, si remarquables un mois plus tôt, étaient fort rares; et les œufs conservaient pour la plupart leur forme jusqu'à la putréfaction. Ils continuaient du reste à s'attacher au fond ou a s'agglutiner entre eux. Enfin, dans une culture du 30 mai, après 10 minutes seulement de séjour dans CO^2, on voyait les œufs (les mûrs seulement) entourés d'une auréole provenant de la coloration, par leur pigment, de l'enveloppe gélatineuse qui les enveloppe, et qui normalement est absolument incolore. Ce phénomène, dû évidemment à une altération profonde de l'œuf, n'est pas constatable chez ceux des deux autres espèces; mais peut-être seulement à cause de leur moindre coloration. Moins vive, mais analogue, s'est en effet montrée alors l'action de CO^2 sur les œufs des deux autres types. Eux aussi s'attachaient pour la plupart au fond des cuvettes, ou subissaient les fausses segmentations si prononcées constatées en mars chez l'*Arbacia*, mais ils n'étaient pas tués net; et quelques-uns, sans doute moins mûrs, arrivaient à donner des larves.

» Enfin, voulant voir l'action de CO^2 sur des œufs en état d'activité nucléaire maxima, je fis, outre les séries avec les œufs vierges, des séries semblables (de 10 en 10 minutes) avec des œufs fécondés depuis quelques heures et qui, provenant de plusieurs ♀, (voir p. 20 de mon Mémoire) se trouvaient à divers stades de segmentation (jusqu'à 64 blast.). Il y avait toujours quelques œufs non mûrs, et d'autres mûrs mais non segmentés, bien qu'entourés de spermatozoïdes. C'est d'eux, sans doute, que proviennent souvent quelques larves, parfois même normales; mais qui ne peuvent infirmer les résultats suivants, moyennes d'observations portant sur d'énormes quantités d'œufs :

» Les *Sphærechinus*, où la dilacération des ovaires donne toujours des œufs non mûrs, ont toujours produit, même après 1 heure de séjour en CO^2, quelques larves évoluant en *plutei*, et un certain nombre de larves anormales (*blastulas hydropiques*, *exogastrulas*, etc.), l'immense majorité étant arrêtée net.

» Les *Strongylocentrotus* ont donné, même après 1 heure, des *gastrulas*. Mais même les larves de 10 minutes devenaient monstrueuses (*ut supra*) et ne donnaient pas de plutei.

» Quant aux *Arbacia*, tous les œufs étaient immédiatement tués, et, au bout de 1 à 2 minutes seulement, l'eau se colorait en rose. C'est évidemment la même action que sur les œufs vierges, mais encore plus marquée.

» La théorie de M. Delage (empoisonnement temporaire et élimination parfaite), fort aventurée pour les Astéries, est donc inacceptable pour les Oursins. CO^2 se comporte comme tant d'autres réactifs : ayant une action tantôt favorable, tantôt nuisible; réagissant d'une manière fort différente chez des types très voisins, et, avec les œufs d'une même espèce, suivant

leur état. Son action n'est actuellement pas mieux expliquée que celle de tant d'autres réactifs essayés dans les expériences sur la parthénogénèse artificielle. »

EMBRYOLOGIE. — *Dégénérescence normale des ovules non pondus.* Note de M. **Dubuisson**, présentée par M. Alfred Giard.

« La dégénérescence des ovules non pondus, signalée par Reinhardt en 1847, a été souvent étudiée depuis dans une série de Mémoires, trop nombreux pour être signalés ici. Une récente publication de C. Perez nous pousse à faire connaître nos premiers résultats analogues aux siens, mais plus étendus.

» D'abord nous avons constaté chez *Passer domesticus* les mêmes faits que Perez décrit chez le *Triton,* sauf quelques détails accessoires. Pour les Batraciens Urodèles (*Triton*) et Anoures (*Rana*), nous rencontrons un parallélisme entre l'état du vitellus dans les ovules qu'atteint la dégénérescence et la manière dont s'effectue celle-ci.

» Pour ce qui est de l'évolution vitelline nous constatons trois stades de différenciation entre lesquels on trouve tous les termes de passage.

» Dans le premier, le cytoplasme est homogène, granuleux, il ne prend pas les colorants plasmatiques, se colore à l'hémalun.

» Dans le deuxième, le cytoplasme est rempli de plaquettes vitellines ovoïdes, prenant avec moins d'intensité les colorants plasmatiques au fur et à mesure qu'elles grandissent.

» Ainsi, avec la picro-säurefuschine hémalun, les plaquettes vitellines d'un rouge violet dans les œufs les moins avancés deviennent rouges, puis l'intensité de la coloration diminue.

» Dans le troisième stade, qui se termine par une dégénérescence propre de l'ovule et différente de celle qui peut atteindre les autres stades, on voit avec la coloration précédente une teinte jaune envahir peu à peu la partie centrale de la plaquette. Celle-ci finalement devient une grosse sphère jaune présentant quelques granulations graisseuses. Les sphères confluent en donnant une masse étendue, lobée irrégulièrement et remplie de granulations cristallines brillantes. La dégénérescence marche d'une façon irrégulière; une partie de la cellule peut être intacte, alors que le reste est transformé.

» A chaque stade de l'évolution vitelline correspond un mode différent de régression.

» I. On voit, dans le premier stade, les cellules folliculaires primitivement aplaties s'hypertrophier, le noyau central s'arrondit et change d'aspect; elles prolifèrent en réduisant concentriquement le vitellus où elles poussent des prolongements; elles s'y creusent de petites loges distinctes et englobent des sphérules vitellines. Les différences

graduées entre la coloration des granules situés à la périphérie de chaque cellule et celle des granules situés à la partie centrale indiquent des étapes diverses dans la digestion. Finalement, l'intérieur de l'ovule est occupé par un parenchyme polygonal : mais la digestion est lente et, alors que tout l'amas vitellin a disparu, les cellules qui ont pris sa place sont encore bourrées de sphères vitellines à divers stades.

» II. Dans le deuxième type, qui correspond à une partie de la description de Perez chez *T. palmatus* et *T. marmoratus,* les cellules de la zone folliculaire augmentent de volume et prolifèrent. Bientôt, des cellules détachées du follicule se montrent entre les plaquettes vitellines englobant les unes, écartant les autres, et pénètrent jusqu'au centre du vitellus. Les cellules qui restent à la périphérie englobent sur place les plaquettes vitellines voisines. Contrairement au cas précédent, où toutes les cellules étaient au même état de digestion, nous voyons ici les périphériques ayant achevé leur travail et complètement dépourvues de plaquettes vitellines, tandis que les centrales en sont encore bourrées, ce qui tient moins à la lenteur de leur digestion qu'à leur arrivée tardive et au renouvellement de leur alimentation.

» Dans les deux cas, le résultat de la digestion des sphérules ou plaquettes vitellines est l'élaboration de granules graisseux. On voit ensuite, à la périphérie du parenchyme qui remplace l'ovule, le protoplasme redevenir homogène en même temps que se différencient de fines fibrilles conjonctives. Des capillaires sanguins peuvent apparaître dans la suite.

» Dans certains cas, d'ailleurs plus fréquents dans le deuxième mode de dégénérescence, on voit, dans l'intérieur des phagocytes, à côté des granules graisseuses, apparaître des amas pigmentaires. Des globules sanguins, venus des vaisseaux périphériques hypertrophiés, pénètrent jusqu'au centre de l'ovule et ne sont point sans rapport avec la formation du pigment. Nous avons pu voir des globules rouges laissant diffuser leur contenu au milieu de l'ovule.

» III. Dans ce type, bien que le sort ultérieur des ovules nous soit inconnu, il nous semble, à l'heure actuelle, que le vitellus n'est point entamé par phagocytose. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur le développement de l'ovaire de* Polyxenus lagurus *de Geer*. Note de M. A. **Lécaillon**, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans les individus récemment sortis de l'œuf, il existe deux ébauches ovariques distinctes, placées à droite et à gauche du tube digestif, tout contre celui-ci, et situées dans l'avant-dernier anneau du corps. Chacune d'elles est formée par un petit amas d'*oogonies* entouré d'une enveloppe constituée par une assise de cellules aplaties. Entre les oogonies on trouve çà et là de petites cellules destinées à former plus tard les éléments folliculaires. A ce moment, la partie essentielle de l'ovaire a donc la *même composition que chez les Insectes envisagés au même stade.*

» Dès que les ébauches ovariennes commencent à évoluer, elles se dirigent vers le

plan de symétrie du corps, s'insinuent entre le tube digestif et le système nerveux, et finalement se fusionnent sur la ligne médiane. Les deux masses oogoniales primitives se confondent alors en un seul amas qui représente une *zone germinative*. Autour de celle-ci se voit encore une membrane enveloppante semblable à celle qui entourait primitivement chacune des ébauches ovariennes. A partir de cet instant, l'organe reproducteur femelle diffère de celui de *tous les Insectes*, puisque chez ceux-ci il demeure toujours double.

» Ultérieurement, l'enveloppe ovarienne prend peu à peu le caractère d'un vaste sac qui s'accroît vers l'avant, sur les côtés et de bas en haut, en refoulant le tube digestif du côté dorsal. La zone germinative au contraire n'acquiert toujours qu'un volume restreint; elle demeure sur la ligne médiane, appliquée contre la face inférieure du sac ovarien qui repose elle-même sur la chaîne nerveuse. Elle s'avance cependant vers l'avant et, dans les ovaires très développés, on la trouve à peu près à égale distance des extrémités antérieure et postérieure du corps. Ces faits rapprochent beaucoup l'ovaire des Chilognathes de *celui des Collemboles*, car chez ces derniers animaux le caractère le plus important des ovaires est précisément de prendre la forme d'un sac renfermant une zone germinative ne se localisant pas à l'extrémité antérieure.

» Les oogonies donnent naissance uniquement à des *oocytes*; il n'y a donc pas de cellules vitellogènes. Chaque oocyte s'entoure d'une capsule folliculaire qui demeure très mince pendant toute la durée de la formation de l'œuf. Cette capsule reste d'abord rattachée à la région de la zone germinative, au moyen d'un pédicule; ce dernier se rompt ensuite et les œufs, revêtus de leur follicule, remplissent la cavité ovarienne. La zone germinative fonctionne d'une manière à peu près continue, de sorte que l'on peut trouver dans l'ovaire simultanément des œufs à divers degrés de développement.

» Les phénomènes cytologiques qui se produisent dans l'œuf pendant son évolution présentent un grand intérêt. Les cellules de la paroi folliculaire demeurent très petites; en conséquence, l'activité des phénomènes chimiques liés à l'accroissement de l'œuf et à la formation du vitellus nutritif est surtout concentrée dans l'œuf lui-même. Elle s'y manifeste par certains signes très caractéristiques affectant les éléments chromatiques. Dans la vésicule germinative il y a tout au début accroissement notable des granulations chromatiques qui demeurent très colorables. Puis ce sont les taches germinatives qui grossissent beaucoup, retiennent très fortement les colorants et deviennent très vacuolaires. On n'observe dans la règle qu'une tache germinative dans un œuf; parfois cependant on en trouve deux ou même trois. Dans le cytoplasma ovulaire apparaît de très bonne heure une matière différenciée spéciale que je désignerai simplement sous le nom de *substance cytochromatique*. Elle augmente très rapidement en quantité de manière à occuper bientôt une très grande partie de l'œuf. Elle se présente sous des formes assez diverses suivant les différents œufs et les différents stades d'un même œuf. Le plus souvent elle revêt la forme d'un long boyau entourant plus ou moins complètement la vésicule germinative. La substance cytochromatique paraît être identique à celle qui constitue les taches germinatives visibles en même temps dans la vésicule germinative. Elle possède les mêmes affinités pour les matières colorantes et se creuse de vacuoles absolument identiques. Les corps formés par la substance cytochromatique ont été signalés chez d'autres animaux, particu-

lièrement par Némec (1897) chez divers Myriapodes et par Jatta (1882) et Van Bambeke (1898) chez *Pholcus*. Ces corps représenteraient, surtout pour ce dernier auteur, le noyau vitellin de Balbiani.

» Sans me prononcer sur ce dernier point, je puis dire que dans *Polyxenus lagurus* on est conduit logiquement à reconnaître que la substance cytochromatique représente une différenciation protoplasmique spécialement *destinée à l'élaboration des matières assimilables dont l'œuf a besoin*. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Action de l'émulsine sur la salicine et l'amygdaline. Théorie de l'action de l'émulsine*. Note de MM. **Victor Henri** et **S. Lalou**, présentée par M. Alfred Giard.

« L'étude de l'action de l'émulsine sur la salicine avait conduit l'un de nous à émettre l'hypothèse que le ferment formait avec la salicine et avec les produits de la réaction des combinaisons intermédiaires incomplètes, se produisant d'après la loi de l'action des masses. En établissant la formule mathématique qui représente la vitesse d'hydrolyse de la salicine, on arrive à la même expression, d'une part lorsqu'on suppose que c'est la partie libre du ferment qui agit, et d'autre part si l'on suppose que c'est la combinaison intermédiaire entre le ferment et l'émulsine qui se décompose en régénérant le ferment. Cette incertitude apparaît dans un grand nombre de réactions catalytiques *médiates*, c'est-à-dire se produisant avec formation de combinaisons intermédiaires. Il était donc important de chercher une méthode qui puisse donner une réponse pour l'une ou l'autre de ces deux hypothèses. La méthode que nous avons employée consiste à étudier la vitesse d'action de l'émulsine sur deux glycosides séparément et sur leur mélange; nous avons donc étudié l'action sur la salicine, sur l'amygdaline et sur le mélange des deux. Cette « méthode de combinaison » présente de grands avantages pour l'étude des ferments, ainsi qu'il le sera montré par l'un de nous avec M. Larguier des Bancels.

» Voici d'abord quelques résultats numériques. Les expériences ont été faites à 26°; dans les huit premières séries 80^{cm^3} de la solution de glycoside étaient additionnés de 10^{cm^3} de solution d'émulsine; dans les huit dernières on ajoutait 5^{cm^3} d'émulsine, plus 5^{cm^3} d'eau. Les dosages ont été faits avec le polarimètre et par la méthode de Volhard avec le nitrate d'argent au $\frac{1}{10}$ normal. Les nombres suivants indiquent les variations de la rotation du plan de polarisation et les nombres de gouttes de la solu-

tion de nitrate d'argent au $\frac{1}{10}$ normal; nous désignons par S la salicine, par A l'amygdaline.

Durées.	1° S 4 %	2° S 2 %	3° A 2,5 %		4° A 1,25 %		5° S 4 % + A 2,5 %		6° S 4 % + A 1,25 %		7° S 2 % + A 2,5 %		8° S 2 % + A 1,25 %	
46m	1°,08	0°,67	0°,97	14 g.	0°,90	12 g.	1°,15	9 g.	1°,05	7 g.	1°,05	9 g.	0°,97	11 g.
130m	2°,25	1°,58	2°,38	26 g.	1°,57	17 g.	2°,82	19 g.	2°,67	15,5 g.	3°,63	20 g.	2°,33	16 g.
265m	3°,45	2°,32	3°,15	33 g.	1°,56	18 g.	4°,65	29 g.	4°,15	17 g.	4°,22	28,5 g.	3°,30	16,5 g.

Durées.	9° S 4 %	10° S 2 %	11° A 2,5 %		12° A 1,25 %		13° S 4 % + A 2,5 %		14° S 4 % + A 1,25 %		15° S 2 % + A 2,5 %		16° S 2 % + A 1,25 %	
62m	0°,68	0°,53	0°,70	8 g.	0°,75	9 g.	0°,77	5 g.	0°,82	6 g.	0°,75	6 g.	0°,78	6 g.
175m	1°,67	1°,28	1°,85	19 g.	1°,55	17 g.	2°,08	13 g.	2°,05	12 g.	1°,97	15 g.	1°,87	13 g.
265m	2°,18	1°,60	2°,53	24 g.	1°,60	18 g.	2°,53	17 g.	2°,75	15 g.	2°,77	21 g.	2°,42	15 g.

» La limite d'hydrolyse de la salicine à 4 pour 100 par l'émulsine correspond à une rotation de 6°,30 et pour l'amygdaline à 2,5 pour 100 à une rotation de 3°,17.

» L'examen des résultats précédents montre que :

» 1° La vitesse d'action de l'émulsine sur un mélange de salicine et d'amygdaline est inférieure à la somme des vitesses d'action de la même quantité d'émulsine sur la salicine seule et l'amygdaline seule.

» 2° La vitesse de l'action sur le mélange est plus grande que chacune des vitesses isolées; comme on a affaire à des catalyses médiates on en déduit que ce sont les combinaisons intermédiaires entre le ferment et chacun des corps à transformer qui se décomposent.

» 3° La différence entre la vitesse d'action sur le mélange et la somme des vitesses isolées est d'autant plus grande que les concentrations en glycosides sont plus fortes; ce résultat est conforme aux conclusions qui résultent de la théorie de l'action des diastases développée par l'un de nous.

» En résumé *la méthode de combinaison* consistant à étudier l'action de l'émulsine sur un mélange de deux glycosides apporte une preuve nouvelle pour la théorie de l'action de l'émulsine développée par l'un de nous, et elle permet de conclure que l'émulsine forme une combinaison intermédiaire avec le corps à transformer, et que c'est cette combinaison intermédiaire qui se décompose en régénérant le ferment. Nous communiquerons prochainement avec M. Larguier des Bancels des résultats de même nature obtenus pour la digestion tryptique de la gélatine et de la caséine. »

BOTANIQUE. — *Sur les formes tératologiques du* Sterigmatocystis nigra *privé de potassium.* Note de MM. Molliard et H. Coupin, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Des cultures de *Sterigmatocystis nigra*, faites en liquide de Raulin stérilisé, nous ont présenté de grandes différences dans la morphologie du Champignon, lorsqu'on le prive d'un des éléments nécessaires à son développement maximum ; nous ne nous occuperons, dans cette Note, que de l'influence du potassium. Le liquide que nous avons employé est celui dont Raulin a indiqué la formule, moins le silicium, le fer et le zinc dont l'un de nous ([1]) à fait connaître l'inutilité ou la nocivité.

» L'aspect général des cultures est tout différent lorsqu'on s'adresse au *Sterigmatocystis* développé dans le liquide nutritif complet ou au Champignon que l'on a privé de potassium. Dans ce dernier cas, le tapis mycélien est peu épais, non consistant; quand les spores se sont développées, la surface supérieure, au lieu d'être d'un noir uniforme comme dans le liquide normal, est d'une teinte cendrée violacée; les appareils conidiens sont clairsemés et apparaissent comme cotonneux.

» Nous voyons déjà que l'absence de potassium a une influence manifeste sur l'intensité du phénomène de sporulation, mais c'est surtout dans la constitution des appareils conidiens que cette influence est remarquable. Rappelons que, dans le liquide renfermant du potassium, ces derniers sont constitués par une tête renflée portant une série de *basides* qui, elles-mêmes, se différencient en un certain nombre de filaments ou *stérigmates* qui donnent naissance aux conidies.

» Lorsque le Champignon est privé de potassium, la régularité de forme des appareils conidiens disparaît et ceux-ci subissent des modifications, très variables dans le détail, mais qui peuvent se ramener à trois types principaux :

» 1° *Transformation des basides ou des stérigmates en filaments mycéliens.* — A côté de basides restant normales et dont les stérigmates portent des spores plus petites que les spores apparaissant en présence du potassium et surtout à exine beaucoup moins fortement colorée, on voit certaines basides s'allonger en des filaments qui dépassent de beaucoup le contour général de l'appareil conidien.

» 2° *Formation d'appareils conidiens sur les filaments issus des basides.* — Certains filaments, dont nous venons d'indiquer l'origine, se renflent, à une grande distance de leur point d'origine, en des têtes secondaires plus petites que la tête primitive; ces têtes secondaires ne portent généralement aucune baside; ce sont des stérigmates qui s'insèrent directement sur elles et portent chacun un chapelet de

([1]) Henri Coupin, *Sur la nutrition du* Sterigmatocystis nigra (*Comptes rendus*, 1903, 1er sem.).

spores, le plus souvent peu nombreuses; remarquons que ces appareils conidiens secondaires réalisent la disposition des *Aspergillus*.

» Certains des stérigmates des têtes secondaires peuvent, à leur tour, se développer en des filaments mycéliens qui redonnent des appareils conidiens de troisième ordre, plus rudimentaires que les précédents et subissant encore le même phénomène de prolifération. Les filaments nés sur les têtes de deuxième ou de troisième ordre peuvent présenter à leur extrémité, au lieu d'une tête renflée, une ramification plus ou moins abondante, qui rappelle la disposition qu'on observe normalement dans le genre *Penicillium*.

» 3° *Germination sur place des conidies.* — Dans les cultures âgées de 3 mois environ, on voit apparaître sur les appareils conidiens une masse floconneuse, ayant une autre origine que les filaments que nous venons de décrire et au milieu desquels elle se trouve maintenue; elle provient de la germination sur place, et dans l'atmosphère, d'un certain nombre de conidies. Cette germination aboutit plus ou moins directement à la formation de cellules renflées, à parois épaisses, c'est-à-dire de *chlamydospores*. La conidie peut se transformer presque de suite en une chlamydospore; elle fait éclater son exine, qui subsiste sur le côté, et prend une forme subsphérique, son diamètre s'accroissant de quatre fois environ.

» Plus souvent, la conidie germe en un filament de longueur variable et c'est ce dernier qui se ramifie brièvement et se renfle irrégulièrement en une ou plusieurs chlamydospores.

» On n'obtient jamais de pareilles germinations sur les cultures opérées en liquide non privé de potassium.

» En résumé, la privation de potassium entraîne dans la morphologie du *Sterigmatocystis nigra* des modifications qui portent surtout sur les appareils conidiens.

» *a.* Les spores ont une grande difficulté à se former et les têtes conidiennes prolifèrent abondamment. Cette prolifération rappelle, d'une manière très nette, celle que l'un de nous décrira prochainement pour les capitules du *Matricaria inodora* et du *Senecio Jacobœa*, où une nutrition défectueuse apparaît aussi comme la cause du phénomène.

» *b.* On observe à la fois des appareils conidiens de structure correspondant aux genres *Sterigmatocystis*, *Aspergillus* et *Penicillium* (¹).

» *c.* Lorsqu'elles arrivent à se constituer, les conidies sont plus petites et moins cutinisées.

» *d.* Elles germent sur place en donnant des chlamydospores. »

(¹) Ray (*Variations des Champignons sous l'influence du milieu*, 1897) a observé des modifications du même ordre pour le *Sterigmatocystis alba*, cultivé sur des liquides sucrés; nous pensons que c'est précisément à l'absence du potassium ou d'un autre élément minéral dans ces liquides qu'elles doivent être attribuées.

BOTANIQUE. — *Le* Cryptostegia madagascariensis, *Asclépiadée textile.* Note de M. **Henri Jumelle**, présentée par M. G. Bonnier.

« Nous avons déjà, dans des Notes antérieures ([1]), fait l'étude du *Cryptostegia madagascariensis* (ou *lombiro* des Sakalaves) comme plante à caoutchouc; et nous avons établi que ce caoutchouc est médiocre. Peut-être l'espèce est-elle plus intéressante au point de vue textile, bien qu'on ne l'ait jamais, croyons-nous, signalée comme telle dans les Ouvrages. M. Dodge, dans son Traité récent si complet, ne cite que le *Cryptostegia grandiflora* de la Réunion et de l'Inde; et encore ajoute-t-il que cette plante ne lui est connue que par une brève mention de Spon, indiquant que la filasse en est fine, résistante, semblable au lin et propre à donner des fils d'une grande finesse.

» C'est pourtant couramment que, dans le nord-ouest de Madagascar, les Sakalaves emploient la filasse du *Cryptostegia madagascariensis*. D'après les renseignements que nous fournit M. Perrier de la Bathie, la décortication des tiges de *lombiro* est opérée à la main par les indigènes et c'est encore à la main que les filaments fibreux sont ensuite dégagés du reste de l'écorce. Ils servent principalement pour la fabrication de cordelettes, de lignes à pêcher et de filets.

» Que vaut exactement cette filasse? Il nous a paru d'autant plus à propos de le préciser que, dans la même région de Madagascar, elle est utilisée concurremment avec celle d'*Urena lobata*, sur laquelle l'attention a été attirée en ces derniers temps ([2]), à la suite des recherches effectuées au Brésil. Et l'on sait que la conclusion de ces essais serait que la filasse d'*Urena* (ou *aramina*) remplacerait avantageusement le jute. La filasse de *lombiro* vaut-elle mieux ou moins, à son tour, que l'aramina?

» A première vue elle est beaucoup plus belle que cet aramina. Ses filaments sont bien, il est vrai, plus courts, car les écheveaux que nous avons reçus n'avaient guère que 55^{cm} à 60^{cm} de longueur (au lieu de $1^{m},70$ à 2^{m}); mais ils sont d'une blancheur

---

([1]) H. Jumelle, *Les plantes à caoutchouc du nord-ouest de Madagascar* (*Revue générale de Botanique*; 1901).

([2]) H. Jumelle, *Sur la filasse appelée* ramie indigène *à Madagascar* (*Annales coloniales*; 1903).

éclatante, au lieu de présenter la coloration grisâtre ou gris noirâtre des lanières d'*Urena*.

» Et un examen plus minutieux ne fait que confirmer cette première impression. Tandis que les fibres élémentaires d'*Urena* sont courtes ($2^{mm},3$ à 3^{mm}), celles de lombiro que nous avons mesurées avaient entre 1^{cm} et 5^{cm}, et, la plupart du temps, de $2^{cm},5$ à $3^{cm},5$.

» Par l'action successive de la solution iodo-iodurée et de l'acide sulfurique, elles prennent une coloration bleue très nette, quoiqu'un peu plus pâle que celle du chanvre. Du reste, lorsque la solution iodée est faible, le bleuissement est plus lent que chez le chanvre; on n'obtient encore qu'une coloration bleu violet ou bleu mauve alors que le chanvre est déjà bleu. Dans les mêmes conditions, l'abaca (dont les fibres bleuissent également par le réactif iodo-sulfurique fort) acquiert une teinte d'un mauve plus prononcé.

» Le sulfate d'aniline, d'autre part, ne donnant même pas à la filasse de *lombiro* la légère coloration jaune superficielle qu'il communique au chanvre, on voit que nous avons une filasse nettement cellulosique, qui cependant se dissout beaucoup moins facilement que le chanvre dans le réactif de Schweizer.

» La largeur totale des fibres est, en général, quelle que soit leur longueur, de $0^{mm},0175$; et le diamètre du canal correspond au cinquième, à peu près, soit $0^{mm},0035$.

» Quant aux filaments fibreux, leur diamètre varie de $0^{mm},100$ à $0^{mm},180$; et ils semblent ordinairement formés par la réunion, au même niveau, de 25 à 30 fibres élémentaires. C'est ce qu'indique déjà la dissociation de quelques-uns de ces filaments examinés au microscope, et c'est ce que confirme l'examen de la section transversale des rameaux de la plante.

» Sur cette coupe, en effet, les faisceaux fibreux, qu'on trouve localisés dans le péricycle comme le laissait pressentir la nature cellulosique des membranes, sont visibles sous forme d'îlots très rapprochés, disposés sur un seul rang; et chacun comprend : dans les rameaux de 4^{mm} de diamètre, 25 à 30 fibres constituant un groupement de $0^{mm},120$ de diamètre moyen; et, dans les rameaux de 1^{cm} de diamètre, une quarantaine de ces fibres, constituant un faisceau de $0^{mm},200$ environ.

» La grosseur un peu moindre que nous avons indiquée plus haut pour les brins de filasse s'explique évidemment par la dessiccation qu'ils ont subie après l'extraction.

» Pour nous rendre compte maintenant de la résistance de cette filasse *lombiro*, comparée à celles du chanvre d'Italie et de l'*Urena lobata* de Madagascar, nous avons fait fabriquer par un même ouvrier, à la main, avec ces trois textiles des ficelles à deux fils, de même grosseur (2^{mm} de diamètre).

» Pour une même longueur de $1^{m},90$, ces ficelles se sont rompues sous les charges moyennes suivantes : chanvre d'Italie, 40^{kg}; *lombiro*, 18^{kg}; filasse d'*Urena*, 14^{kg}.

» Ce sont des résultats analogues que nous avons obtenus en répétant les expériences précédentes avec de simples fils de caret de $2^{mm},5$ de diamètre, car ces fils se sont rompus sous les poids de : $19^{kg},500$ pour le chanvre d'Italie, $10^{kg},300$ pour la filasse de *lombiro*, $6^{kg},800$ pour la filasse d'*Urena*.

» Ajoutons que, au peignage, 210^{g} de la filasse telle que nous l'avons reçue ont laissé sur le peigne 92^{g} d'étoupe, soit 43 pour 100 environ. Avec la filasse de première qualité, restée dans la main de l'ouvrier, il a été fait 15^{m} de corde à 3 fils de

3mm de diamètre, pesant 72g, et 16m de ficelle à 2 fils, de 2mm de diamètre, pesant 35g. Les 92g d'étoupe ont donné 5m,45 de corde à 4 fils, de 6mm,5 de diamètre.

» Tous ces cordages sont d'une très grande blancheur, qui les rend bien distincts des cordages en fibres d'*Urena* qui sont, au contraire, gris foncé.

» Si donc on tient compte, à la fois, de la couleur, de la composition chimique et de la résistance, on voit que cette filasse de *Cryptostegia madagascariensis* est, en définitive, de qualité nettement supérieure à celle de l'*Urena lobata*, qu'on vient pourtant de recommander déjà comme un textile lui-même supérieur au jute.

» Ces remarques ne diminuent, du reste, en rien l'intérêt de l'*Urena lobata*, qui croît à l'état sauvage dans les pays les plus divers de la zone tropicale, tandis que le *lombiro* est localisé dans le nord-ouest de Madagascar; mais c'est au point de vue spécial d'une région importante de notre colonie africaine qu'il nous a paru bon de signaler ce nouveau textile. »

CRYPTOGAMIE. — *Sur un nouveau groupe de Champignons, les* Bornétinées, *et sur le* Bornetina Corium *de la Phthiriose de la Vigne*. Note de MM. **L. Mangin** et **P. Viala**, présentée par M. L. Guignard.

« Dans une précédente Communication [1], nous avons établi que la Phthiriose, maladie de la Vigne assez grave en Palestine, était due à la symbiose d'une Cochenille, le *Dactylopius Vitis*, et d'un Champignon, le *Bornetina Corium*. Les éléments histologiques constants de la gaine mycélienne, qui enveloppe la racine de la Vigne d'un long fourreau imperméable, sont constitués par : 1° des spores brunes, verruqueuses; 2° un mycélium délicat tapissant la face interne du manchon; 3° un feutrage de filaments épais et réfringents, agglomérant des grains de sable, et qui constitue la masse coriace et épaisse de la gaine.

» Les nombreuses cultures, que nous avons réalisées dans les milieux les plus variés, démontrent que ces divers éléments appartiennent à une seule et même espèce, le *Bornetina Corium* Mangin et Viala.

» Cette espèce possède un mycélium végétatif constitué par des filaments cylindriques à parois minces, cloisonnés plus ou moins régulièrement et présentant, au niveau des cloisons, les formations en boucles observées depuis longtemps chez certains Basidiomycètes; le diamètre de ces filaments varie de 1µ à 3µ. Pendant la

---

(1) *Comptes rendus*, 9 février 1903.

première période de la végétation, les filaments mycéliens sont rectilignes et très longs avec de nombreuses ramifications latérales naissant au niveau des cloisons à boucles, tantôt isolément, tantôt deux par deux. Sur ce mycélium, quand la végétation est assez avancée, les cloisons se multiplient et de nombreux rameaux courts se développent latéralement; c'est l'indice que la sporulation va avoir lieu.

» Au lieu de rester minces, les filaments latéraux s'épaississent souvent d'une façon telle qu'il ne reste plus, comme vestige de la cavité cellulaire, qu'un mince canal central. Il en résulte des filaments incolores, réfringents, dont le diamètre devient bientôt plus considérable que celui du mycélium végétatif (4^{μ} à 8^{μ}); ils se feutrent et forment une masse coriace ayant la consistance du cuir ou du caoutchouc. Ce sont ces filaments qui constituent la masse principale, le *cuir mycélien*, de la gaine des racines phthiriosées.

» Les filaments du cuir sont assez régulièrement cylindriques à la partie interne de la gaine ou à la surface des cultures, mais, à la partie externe, ils s'épaississent et se gonflent en chapelets ou en boucles dont le diamètre devient considérable et atteint 20^{μ}, 30^{μ} ou 40^{μ}. En même temps, ils se transforment en un mucilage qui les soude en un feutrage imperméable et qui agglutine les particules terreuses si abondantes dans les fourreaux des racines phthiriosées. L'imperméabilité de la gaine ainsi constituée ne tarde pas à déterminer, par asphyxie, la mort des racines épuisées déjà par les piqûres répétées des *Dactylopius;* c'est pour cela aussi que les traitements au sulfure de carbone doivent être pratiqués avant la formation de ce feutre imperméable.

» Le *B. Corium* produit ses spores à la partie interne du cuir des gaines, ou à la surface des cultures, sur des rameaux arborescents et serrés. Ces spores naissent dans des sporanges monosporés; elles sont donc endogènes et leur formation rappelle celle de certaines Mucorinées. Les rameaux sporifères sur lesquels elles se forment s'allongent et s'élargissent en fuseau, après s'être séparés des segments végétatifs par des cloisons rapprochées. Le contenu protoplasmique dense de ces renflements se contracte et s'entoure bientôt d'une membrane propre sphéroïdale, c'est l'endospore. Bientôt, dans l'espace qu'elle laisse entre sa partie externe et la membrane mycélienne du sporange, on voit apparaître l'exospore qui développe des ornements, sortes de baguettes, de mamelons ou de crêtes qui s'allongent en direction radiale et viennent adhérer à la membrane du sporange dont le diamètre a augmenté. Peu à peu les contours de cette membrane perdent leur netteté et elle disparaît plus ou moins complètement, laissant parfois des fragments soudés aux ornements de l'exospore. Toutefois, les extrémités du sporange fusiforme persistent jusqu'à la maturité et forment, sur les ornements, en direction opposée, deux protubérances, l'une faible et arrondie ou *calotte,* l'autre souvent très longue, base du sporange constituant le *manche*. La calotte disparaît assez souvent sur les spores mûres; par contre, le manche persiste presque toujours en un filament court et arqué dans lequel l'exospore envoie parfois un diverticule. L'endospore lisse et l'exospore verruqueuse se colorent en brun-chocolat, mais les ornements sont rarement colorés. Les spores ont de 8^{μ} à 12^{μ} de diamètre.

» Ainsi défini par son mycélium végétatif à cloisons pourvues de boucles, par ses sporanges monosporés, par ses filaments réfringents constitutifs de

la masse coriace ou cuir, le *Bornetina Corium,* ne rentre pas dans le cadre actuellement admis pour les Champignons.

» Nous avions songé d'abord à ranger notre espèce dans les Ustilaginées, et, parmi les divers genres de ce groupe auxquels nous l'avions comparée, le genre *Ustilago* seul présente quelques espèces dont les spores, par leur forme et leurs ornements, y compris le vestige de la base du filament mycélien formateur, rappellent celles du *Bornetina;* mais l'analogie s'arrête là. Le mycélium du *B. Corium,* qui représente l'appareil le plus constant de cette plante, s'éloigne de celui des Ustilaginées et se rapproche de celui d'un certain nombre de Basidiomycètes par la présence des cloisons à boucles. Et nous pourrions faire du *B. Corium* un Basidiomycète dépourvu d'appareil sporifère et possédant, d'une manière permanente, les conidies qui n'existent que temporairement chez les vrais Basidiomycètes. Enfin le mycélium réfringent (cuir) possède des affinités d'une autre nature. Rien de ce que nous connaissons chez les Champignons ne lui ressemble, et, pour trouver des tissus qui se gonflent et se gélifient comme le cuir du *Bornetina,* il faut les chercher dans les Algues. Les filaments du cuir rappellent, en effet, la gaine de certaines espèces de *Scytonema,* et leur désagrégation a lieu comme les cellules du thalle de beaucoup d'espèces d'Algues, notamment du *Chondrus crispus,* du *Chorda filum,* etc.

» Le *Bornetina Corium,* par ses affinités multiples, constitue donc un groupe spécial, celui des BORNÉTINÉES, que nous rangerons provisoirement entre les Ustilaginées et les Basidiomycètes. »

BOTANIQUE. — *Sur la symétrie bilatérale des radicelles de* Pontederia crassipes *Mart.* Note de M. **CHIFFLOT**, présentée par M. Guignard.

« La structure bilatérale des radicelles de *Trapa natans* L., signalée tout récemment ([1]) par M. Quéva, n'est pas un fait isolé parmi les plantes phanérogames.

» Les radicelles de *Pontederia crassipes* Mart. (*Eichhornia speciosa* Kunth) montrent également cette structure très particulière. Ces radicelles sont isostiques, ainsi que M. Van Tieghem l'a montré ([2]); mais l'éminent

---

([1]) C. QUÉVA, *Structure des radicelles de la Mâcre* (*Comptes rendus,* 30 mars 1903).

([2]) VAN TIEGHEM, *Recherches sur la symétrie et la structure des plantes vasculaires* (*Annales des Sciences naturelles,* 5e série, t. XIII, 1871, p. 159).

botaniste, en décrivant la structure du cylindre central, lui conserve une symétrie axiale et il insiste sur l'absence dans ces organes de l'assise rhizogène (1).

» Il nous paraît donc nécessaire de décrire à nouveau, pour compléter nos connaissances à ce sujet, la structure de la racine adventive et celle des radicelles de cette plante aquatique.

» Le cylindre cortical de la racine adventive est formé d'une assise pilifère à parois minces et à cellules étroites et rectangulaires, qui ne donnent que très rarement naissance à des poils absorbants. *La paroi de ses cellules reste indéfiniment constituée par de la cellulose.*

» L'écorce externe débute par une assise d'éléments *fortement subérifiés*, légèrement plus grands que ceux de l'assise pilifère. Plus intérieurement, suivent trois assises de cellules polygonales, qui ne laissent pas de méat entre elles, et à parois minces et cellulosiques.

» L'écorce externe se termine par des cellules allongées radialement, formant des murs unisériés et séparés les uns des autres par de larges canaux aérifères.

» L'écorce interne est formée de cinq à six assises de cellules rectangulaires, disposées en files radiales et en cercles concentriques avec des méats losangiques aux points de jonction. L'assise la plus interne constitue un endoderme avec des plissements nets et subérifiés.

» Le cylindre central débute par un péricycle à cellules alternant avec celles de l'endoderme, mais un peu plus allongées radialement, et sur lequel s'appuient dix à douze faisceaux ligneux qui, eux-mêmes, s'unissent par groupes de deux ou trois à quatre gros vaisseaux plus profondément situés, non confluents au centre. Entre chaque branche ligneuse, existe toujours un seul tube criblé pentagonal qui s'appuie sur le péricycle. Entre ce tube criblé et les deux branches ligneuses voisines, on trouve deux à trois rangs de cellules conjonctives. La moelle, large, est très légèrement lignifiée.

» La structure des radicelles, qui naissent dans le péricycle et qui s'accroissent seulement à l'aide de deux initiales (2), diffère beaucoup de celle de la racine adventive.

» L'assise pilifère qui, ainsi que l'a décrit M. Van Tieghem (3), provient du développement de l'assise périphérique de l'épistèle, ne développe jamais de poils absorbants. Les parois de ses cellules *sont toujours constituées par de la cellulose* dans la partie de l'organe qui s'étend de la pointe de la poche jusqu'à une faible distance au-dessus de la partie supérieure. Au-dessus, elle est *nettement subérifiée*, ce qu'on peut mettre en évidence à l'aide des réactifs différentiels signalés par M. Pison (4). *La fonction protectrice de l'assise subéreuse de la racine adventive est donc, fait*

(1) Van Tieghem, *loc. cit.*, p. 275.
(2) Van Tieghem, *loc. cit.*, p. 316.
(3) Van Tieghem, *loc. cit.*, p. 316.
(4) Pison, *Nouvelles colorations des tissus subéreux* (*Association française pour l'avancement des Sciences*, 1889, IIe Partie, p. 454-456).

important à signaler, remplie dans les radicelles par l'assise pilifère persistante au delà de sa surface absorbante.

» L'écorce externe comprend une douzaine de cellules larges, trapéziformes, un peu allongées radialement. L'écorce interne est formée de sept à huit cellules ovoïdes disposées, tantôt en opposition directe, tantôt en alternance avec les cellules de l'écorce externe et séparées de celles-ci par des méats losangiques ou triangulaires. L'endoderme comprend le même nombre de cellules que l'écorce interne. Ses éléments sont aplatis et conservent les plissements subéreux semblables à ceux de la même assise dans la racine adventive. Le cylindre central très-grêle (18^{μ} de diamètre) n'a pas de péricycle. Le faisceau ligneux n'est signalé que par un seul vaisseau annelé de section polygonale, qui s'appuie sur l'endoderme.

» Le liber est formé de deux tubes criblés pentagonaux, appuyés contre l'endoderme et séparés du vaisseau ligneux par une ou deux cellules.

» Une dizaine de cellules polygonales forment entre le bois et le liber un tissu conjonctif sans méat.

» Si la coupe de la radicelle a été faite dans la partie qui porte la poche, la structure reste la même, sauf que l'assise pilifère y présente des parois cellulosiques. Mais la radicelle est entourée là par une ou trois assises de cellules, suivant que la coupe passe près de la partie supérieure ou de la partie moyenne de la poche.

» Ajoutons que le plan des radicelles passe toujours par l'axe de la racine adventive et que l'unique vaisseau est tourné du côté de celle-ci.

» En résumé, la symétrie des radicelles de *Pontederia crassipes* Mart. est donc nettement bilatérale, par suite de la réduction, due vraisemblablement au milieu ambiant, des systèmes ligneux et libériens. De plus, l'absence de l'assise rhizogène, caractéristique de ces radicelles, entraîne l'absence de radicelles de deuxième ordre qui, dans cette plante, n'existent en effet jamais. Des coupes longitudinales, faites au voisinage du sommet de la racine adventive, ne permettent pas de dire que la formation de radicelles de deuxième ordre, qui pourraient exister accidentellement, puisse se produire par l'intermédiaire de l'endoderme.

» Enfin le rôle protecteur de la racine adventive, dévolu à l'assise subéreuse, est, chez les radicelles, rempli par l'assise pilifère, du moins dans une région qui commence un peu au-dessus de la partie supérieure de la poche et qui se continue jusqu'à son insertion sur la racine adventive. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la présence de cristaux macroscopiques d'albite dans les dolomies du Trias de la Crète.* Note de M. L. CAYEUX, présentée par M. Michel Lévy.

« J'ai observé de nombreux cristaux macroscopiques d'albite dans les dolomies et cargneules triasiques de la Crète occidentale. Ils se présentent

sous la forme d'éléments très aplatis suivant $g^1(010)$, tabulaires ou même lamellaires. Les faces les plus fréquentes sont $p(001)$, $g^1(010)$, $m(1\bar{1}0)$, $g^2(130)$, ${}^2g(1\bar{3}0)$, $a^{\frac{1}{2}}(\bar{2}01)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{\frac{1}{2}}(1\bar{1}1)$. Les faces $m(1\bar{1}0)$ sont toujours très rudimentaires; les faces $g^2(130)$ produisent sur $g^1(010)$ une petite gouttière des plus caractéristiques qui ne fait jamais défaut; les cristaux présentent souvent un allongement très accusé suivant l'arête g^1, $c^{\frac{1}{2}}(010)(1\bar{1}1)$. Le clivage $p(001)$ est très visible sur $g^1(010)$; la macle de l'albite se voit à la loupe; celle de Carlsbad est très rare. L'existence de la macle du Roc Tourné paraît douteuse.

» Tous les cristaux observés sont noirâtres; ils mesurent en moyenne un demi-centimètre dans $g^1(010)$; les plus grands atteignent $7^{mm},5$.

» La genèse de cette albite est indépendante du métamorphisme général du Trias de la Crète. Les cristaux ne se rencontrent qu'au voisinage d'une faille qui détermine un rejet d'un millier de mètres, en mettant en regard une masse de gypse et les dolomies ou cargneules qui la surmontent normalement. Il n'y a pas un seul cristal d'albite dans le gypse d'un côté de la faille; ils pullulent de l'autre côté dans les dolomies, et les plus gros se trouvent tout près de l'accident; ils disparaissent tous à quelques mètres de distance, du moins à l'état de cristaux macroscopiques. Tout se passe donc comme si l'origine des cristaux d'albite était liée à l'existence de la faille et à la nature dolomitique de la roche englobante.

» Les cristaux macroscopiques d'albite, signalés jusqu'à ce jour dans les terrains sédimentaires, ont été considérés soit comme des produits de métamorphisme développés sous l'influence de roches éruptives basiques, soit comme des formations d'origine hydrothermale. Ceux du Trias de l'île de Crète me paraissent en rapport étroit avec les dislocations du sol.

» L'albite en cristaux macroscopiques est connue depuis longtemps dans le Trias alpin, où elle a été signalée par Brochant de Villiers, Ch. Lory, etc. On sait par les travaux de ce dernier savant que ce minéral existe également en cristaux microscopiques dans tous les calcaires triasiques des Alpes françaises. Le Trias est le terrain favori de l'albite. Son aptitude à donner naissance à des cristaux de feldspath sodique, sous des conditions variées, et dans des formations sédimentaires aussi éloignées que celles des Alpes françaises et de la Méditerranée orientale, est une singularité dont il importe de faire ressortir la généralité. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur des phénomènes de glaciation en Corse.* Note de M. **Paul Castelnau**, présentée par M. Munier-Chalmas.

« L'exploration du massif du Monte-Rotondo en Corse, faite en vue d'un travail plus étendu sur la Géographie physique de cette région, nous ayant mis en présence de formes glaciaires typiques, nous croyons devoir les signaler, en raison non seulement de leur importance dans le modelé des hautes cimes granitiques de l'île, mais de ce fait qu'elles y deviennent les meilleures traces connues de son ancienne glaciation : condition qui, d'ailleurs simplement entrevue ou même controversée, n'avait pas encore été appuyée sur des faits précis.

» A ce titre figure, dans les hautes vallées du massif en question, un grand développement de roches moutonnées et surtout de cirques à modelé glaciaire bien caractérisé.

» Les premiers s'y traduisent par une belle zone de *polis glaciaires* apparaissant largement découverte sur les versants, dès qu'on atteint, à partir de 1500^{m}, le point où les éboulis cessent de tapisser d'un épais manteau le flanc de ces vallées. En même temps s'observe, avec un élargissement marqué du thalweg, la forme d'auge à fond courbe si caractéristique du profil en travers des vallées glaciaires.

» Celle qui draine actuellement la Restonica est particulièrement nette à cet égard ; c'est aussi celle dont les hautes pentes, au-dessous des crêtes, se montrent les mieux excavées de cirques glaciaires. De chacun d'eux descendent torrentiellement les affluents supérieurs de la Restonica ; dans leur fond s'étalent, le plus souvent, les eaux plus tranquilles des lacs ; mais tous, dans le principe, ont dû servir d'abri à des glaciers suspendus du type des *Gehänge* ou mieux *Kahrgletscher*.

» C'est ce dont témoigne la retombée typique de leurs parois très escarpées, non plus vers un seul point marquant, comme dans les bassins de réception des torrents, l'origine du canal d'écoulement, mais vers une ligne semi-circulaire de rupture de pente, circonscrivant un fond plat déprimé. Loin de se raccorder aussi directement avec la vallée, ils sont tous terminés par un abrupt où l'eau se précipite en cascade, et c'est seulement au pied de ce déversoir que commence le travail de régularisation de la pente par l'eau courante.

» Rien de semblable en amont. Une série de ressauts et de creux d'af-

fouillement occupés par des lacs témoigne assez que l'érosion glaciaire est entrée seule en jeu dans le modelé si imparfait du fond de ces cirques. Les cavités lacustres creusées en plein roc sont, d'ailleurs, le plus souvent bordées de belles roches polies, et les ressauts eux-mêmes très escarpés vers l'amont (*Lee-seite*) offrent en arrière des surfaces arrondies et striées (*Stass-seite*).

» Les plus vastes présentent leur fond si bien dénivelé que les lacs s'y disposent en série étagée. C'est le cas dans le nord-ouest du massif, du grand cirque de Rinoso. Deux cavités lacustres alimentées par des sources issues des éboulis s'y observent aux altitudes successives de 2060^{m} et 2048^{m}. C'est en même temps celui qui se présente le plus accidenté de bosses arrondies; c'est celui aussi où la discordance entre le tracé des ruisseaux et l'allure du fond est la plus complète. Indépendamment de ceux qui s'écoulent en sens inverse de la pente générale, on y voit celui qui se charge du drainage de l'ensemble vers la vallée franchir en cascade le plus important des ressauts sans l'entamer. D'autres fois, comme dans le cirque voisin de Pozzolo, la dépression, tout en conservant la même raideur de forme dans son enveloppe escarpée, est plus plate. Les eaux l'envahissent alors en grande partie, mais entrecoupées de belles pelouses tourbeuses constituant, sous le nom de *Pozzi*, les meilleurs pâturages de ces hautes régions.

» Dans le même sens apparaît ensuite, entaillé sur le revers sud des crêtes du Monte-Rotondo, le beau cirque de Bettianella. Une superficie de 7^{ha}, jointe à un arrêt plus complet qu'ailleurs des eaux en arrière d'un vigoureux barrage de roches moutonnées, lui permet de renfermer à 2280^{m} d'altitude le plus grand lac de la Corse.

» Non loin de là, un cirque plus complexe (Cirque de Melo) offre cette particularité de présenter ses parois découpées par un petit cirque parasite rempli d'eau (lac de Capitello). Cette cuvette haut perchée et dont le fond est notablement plus élevé que celui du cirque principal, porte encore bien la marque d'une érosion glaciaire, mais plus localisée et vraisemblablement due à une phase postérieure de glaciation, moins importante que la première.

» A cette première phase doivent être aussi attribuées, dans la haute vallée de Timazzo, des roches glaciaires (roches moutonnées, buttes allongées, polies et striées vers l'amont, escarpées en aval). Déjà signalées par M. J. Briquet, mais avec cette particularité qu'elles y deviennent l'œuvre d'un glacier de vallée (*Thalgletscher*), on les remarque en effet concentrées sur les bords très élargis d'un thalweg à forme d'auge à fond

courbe typique. Dans le sens opposé, longitudinal, son profil est déjà en grande partie régularisé par l'eau courante; seule subsiste sur son trajet une petite cavité lacustre peu profonde (lac du Monte-Rotondo) représentant une accentuation locale du creusement. Enfin c'est la région aussi où de véritables accumulations morainiques peuvent s'observer, en particulier dans le voisinage du lac précité où de grandes surfaces polies se montrent hérissées de blocs erratiques.

» Quoi qu'il en soit, tous ces phénomènes de glaciation paraissent jusqu'à présent limités à la haute montagne, ce qui semble indiquer que le massif du Monte-Rotondo, avec sa belle parure de cirques et de lacs glaciaires typiques, a été surtout soumis à un régime de glaciers locaux suspendus aux crêtes, et n'ayant pu qu'exceptionnellement descendre dans les vallées. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'existence de deux grands cercles d'instabilité sismique maxima*. Note de M. **DE MONTESSUS DE BALLORE**, présentée par M. de Lapparent.

« Il y a longtemps qu'on a dénommé *Cercle de feu* le pourtour du Pacifique, en raison des nombreux volcans qui le ceignent, et qu'on a, d'autre part, signalé la fréquence des tremblements de terre aux abords de la dépression méditerranéenne, idéalement prolongée jusqu'aux Antilles et à la plaine indo-gangétique. En ce qui concerne spécialement les régions sismiques instables, il est possible de donner un corps à cette conception au moyen du nombre considérable de séismes enregistrés jusqu'à nos jours, ou qui du moins me sont connus, 156878. Il est entendu que les secousses purement instrumentales, ou les microséismes, sont éliminées, leurs épicentres étant trop souvent inconnus. On n'a tenu compte que des macroséismes.

» Si l'on considère le grand cercle de la sphère terrestre, dont le pôle est le point 35° 40′ N. et 20° 40′ E. (Paris), et qu'on nommera *Ando-Japonais-Malais*, ou *du Pacifique*, on voit qu'une zone d'une quinzaine de degrés environ de part et d'autre de lui, renferme les épicentres de 64426 séismes, se répartissant comme il suit, en régions sismiques à la vérité très inégalement instables :

» DEUXIÈME QUADRANT OCCIDENTAL : *Nord*. — Andes du Nord, Antilles (de Porto-Rico à la Grenade), Panama et Darien ; 3494 séismes.

» *Sud*. — Andes du sud, Andes du centre, Guayaquil ; 6368 séismes.

» PREMIER QUADRANT OCCIDENTAL : *Nord.* — Versant atlantique du Costarica, Grandes Antilles, Honduras et Belize, Colombie britannique, Alaska; 897 séismes.

» *Sud.* — Versant pacifique du Costarica, Nicaragua, Salvador, Guatémala, Mexique, Californie et Montagnes Rocheuses, Aléoutes; 13018 séismes.

» PREMIER QUADRANT ORIENTAL : *Nord.* — Kamtchatka et côtes de la mer d'Ochotzk, Mongolie et Mandchourie, île Saghalien, ouest de l'île d'Yeso, Leao-Toung et Corée, côtes de Chine, île d'Haïnan, presqu'île de Malacca, nord de Sumatra (au nord de la ligne Bengkoelen-Singapoor); 2482 séismes.

» *Sud.* — Kouriles, reste du Japon, Formose et Liou-Kiou, Philippines, Mindanao, Bornéo, Moluques, sud de Sumatra, Java; 38167 séismes.

» L'autre grand cercle, *Alpino-Caucasien-Himalayen-Néo-Zélandais*, ou *Méditerranéen*, a pour pôle le point 40°45′ N. et 152°30′ (W. Paris). Sa zone correspondante de même largeur renferme les épicentres de 84023 séismes et la répartition des régions sismiques est la suivante :

» DEUXIÈME QUADRANT OCCIDENTAL : *Nord.* — Açores, Galice et nord du Portugal, nord de la France, Suisse, Italie continentale, Europe centrale, Alpes orientales, Hongrie, Caucase; 23962 séismes.

» *Sud.* — Iles du Cap Vert, Canaries, Madères, pays Barbaresques, Espagne et reste du Portugal, sud de la France (Alpes-Maritimes, Provence, Pyrénées), Baléares, Corse et Sardaigne, Sicile, Italie péninsulaire, Grèce, péninsule Balkanique, Syrie, Asie Mineure, Arménie; 50453 séismes.

» PREMIER QUADRANT OCCIDENTAL : *Nord.* — Caspienne orientale, Syr-Daria, Issyk-Koul, Afghanistan, flanc méridional de l'Himalaya, Assam, Birmanie, Tibet, Yun-nan; 6612 séismes.

» *Sud.* — Perse, Baloutchistan, Oude et Lahore, Pendjab, Indoustan, Ceylan, Andaman et Nicobar; 812 séismes.

» PREMIER QUADRANT ORIENTAL : *Nord.* — Nouvelle-Zélande (Ile du Nord et détroit de Cook); 1665 séismes.

» *Sud.* — Australie, Tasmanie, reste de la Nouvelle-Zélande; 360 séismes.

» DEUXIÈME QUADRANT ORIENTAL : *Sud.* — Les Guyanes (pour mémoire); 25 séismes.

» Tout le reste de la surface terrestre, hors de ces deux étroites ceintures, ne donne lieu qu'à 8429 séismes contre 148449, le vingtième seulement. Et l'on n'y rencontre que trois régions véritablement instables, la Baïkalie, la Kachgarie et le bassin du bas Weï-Ho.

» La répartition des régions sismiques n'est pas identique le long des deux zones. Dans celle du Pacifique, elles s'échelonnent sans interruption le long d'un arc immense de 225° (25600^{km}), du golfe d'Ancud (Chili méridional) à l'île Engano (sud de Sumatra). Dans la zone méditerranéenne, au contraire, elles se massent et débordent le cercle plus largement au Nord et au Sud sur un arc plus court de près de moitié, 114° seulement,

12700km, des Açores au Yun-Nan, en exceptant le centre indépendant et isolé d'instabilité de la Nouvelle-Zélande.

» Les deux grands cercles se coupent au sud et au large de l'île Pœloe-Nias et entre les Galapagos et le Darien. Leur angle est de 67° 5'.

» Les chiffres précédents font attribuer 41,07 pour 100 des séismes au cercle Pacifique contre 53,56 pour 100 au cercle Méditerranéen, avec un reliquat de 5,37 pour 100. La différence de 12,49 pour 100 en faveur du dernier est pratiquement négligeable, car elle peut très bien résulter simplement de ce fait que les observations y sont beaucoup plus anciennes que pour le cercle Pacifique.

» On peut donc dire que *la surface terrestre tremble presque uniquement et à peu près également le long de ses deux principales lignes de relief* (en entendant le mot *relief* de la différence de niveau entre le fond des océans et les erêtes montagneuses) et que *ces deux lignes d'instabilité se développent le long de deux grands cercles faisant entre eux un angle de* 67°. Le hasard est forcément étranger à un tel résultat. »

TÉRATOLOGIE. — *Sur un Poulet ayant vécu 7 jours après l'éclosion avec un second jaune inclus dans l'abdomen.* Note de M. Frédéric Houssay.

« Quand, au lieu du poids moyen de 55g à 60g, les œufs de poule atteignent environ 80g, ils contiennent tantôt deux jaunes, tantôt un seul jaune avec une quantité exagérée d'albumine. Les deux possibilités sont connues, mais leur fréquence respective varie suivant les poules observées. Pour celles que j'étudie, j'ai constaté dix fois deux jaunes contre une fois un seul jaune. En mettant avec d'autres un de ces œufs en incubation, j'étais fondé à croire qu'il contenait deux jaunes.

» En pareil cas, Mitrophanow a signalé, en 1898, l'existence de deux blastodermes et, la même année, Féré a décrit, après 72 heures d'incubation, soit deux débuts d'embryons, soit un seul, soit aucun.

» Je laissai l'œuf aller jusqu'à l'éclosion. Il en sortit un seul poulet, bien conformé; toutefois il avait subi sur les autres un retard de 12 heures et tenait difficilement sur pied. Le lendemain il allait bien et pendant 7 jours ½ vécut avec ses frères, puis fut trouvé mort. Notons que c'était un jeune mâle.

» Son ombilic était encore apparent par une croûte cicatricielle; au-dessous, tangent intérieurement, se trouvait un ombilic vitellin, obturé seulement parce qu'il reposait sur la cicatrice ectodermique. Une masse vitelline pesant 15g, c'est-à-dire presque autant qu'un jaune complet (19g), se trouvait dans une poche endodermique

doublée par la splanchnopleure et rattachée au tube digestif par le diverticule de Meckel, qui devient chez l'adulte le troisième cœcum. Le diverticule communiquait encore, mais faiblement, avec cette poche du jaune par une petite lumière où ne passait pas une tête de fine épingle, mais que traversait un crin de brosse.

» Sur ce poulet, la veine coccygeo-mésentérique, dont les ramifications peaussières forment des plaques sous-cutanées congestives, envoie à la partie inférieure de la poche endodermique une branche qui se ramifie et se diffuse en plages sanguines autour de l'ombilic vitellin. Ce premier territoire sanguin communique avec un second, d'où part un filet qui, réuni aux diverses veines mésentériques, se rend à la veine porte.

» Le jaune inclus ne porte aucune trace d'évolution embryonnaire, ni d'altération putride; son aspect est caséeux.

» Comment reconstituer les phénomènes du développement? Y avait-il un seul jaune, malgré la probabilité faible, et a-t-il simplement manqué d'être résorbé, en raison de la forte alimentation par l'allantoïde qui absorbait une quantité d'albumine plus grande qu'à l'ordinaire? L'explication serait peu vraisemblable; on aurait plutôt trouvé dans l'œuf un résidu d'albumine si celle-ci avait été en excès.

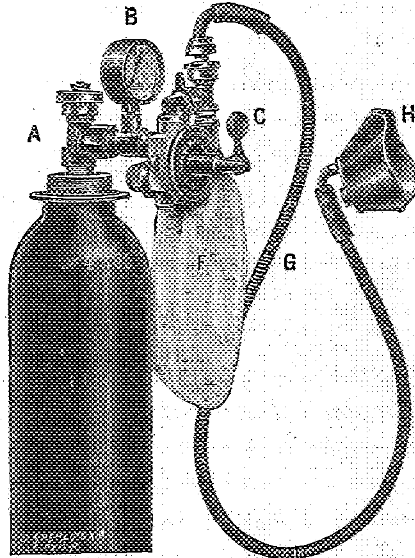
» Je crois qu'il y avait deux jaunes et qu'un seul a évolué. Le second, plus ou moins adhérent avec le premier, a été englobé par le développement de l'endoderme qui s'est poursuivi sur lui, si même, au cours de cette épibolie, les deux vitellus ne sont pas devenus confluents par rupture de membrane. Depuis le 19e jour de l'incubation, date ordinaire à laquelle se fait l'enclosion du sac vitellin dans les parois du corps, jusqu'à la mort, au total 1[illegible] jours, le premier jaune, ou son équivalent en quantité, a fini d'être résorbé par les vaisseaux sanguins et le tube digestif; le second, qui était en excès, est resté presque entier. L'obturation du diverticule de Meckel, réglée par l'état général de la différenciation, a surtout empêché que le vitellus supplémentaire ne disparaisse aussi comme une simple masse alimentaire.

» Ce fait est de nature à jeter quelque jour sur les monstruosités doubles, qui ne proviennent peut-être pas toutes, chez les oiseaux, d'une double cicatricule sur un vitellus unique. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Appareil à inhalation d'oxygène.* Note de M. GUGLIELMINETTI, présentée par M. d'Arsonval.

« Mes recherches, faites pendant 13 jours dans l'observatoire du mont Blanc, sur l'efficacité des inhalations d'oxygène contre le mal de montagne et le mal de ballon, ont contribué à la construction de cet appareil, qui permet de respirer l'oxygène directement du tube à compression, au moyen d'un *détendeur* manométrique, réglé de façon à ne laisser passer que 3^l d'oxygène par minute, quantité largement suffisante dans tous les cas où l'on a recours à des inhalations d'oxygène.

» Ce détendeur rend désormais inutiles les ballons en caoutchouc, dans lesquels les pharmaciens transvasent l'oxygène; ces ballons ne contenant qu'une trentaine de litres, à 2fr ou 3fr, rendaient l'emploi de l'oxygène en thérapeutique trop coûteux; en respirant au moyen de ce détendeur le gaz directement du tube à compression, les 30l ne reviennent qu'à 0fr, 30, le tube de 1000l ne coûtant que 10fr.



A, Robinet de fermeture du tube d'oxygène.
B, Manomètre indiquant la pression et, par un calcul simple, le volume de gaz encore contenu dans le tube.
C, Bascule qui ouvre le courant d'oxygène et qui le ferme.
F, Réservoir d'oxygène du Dr Roth-Dräger.
G, Tube en métal.
H, Masque en métal.

» Le caoutchouc donne d'ailleurs une odeur désagréable au gaz; de plus, il se forme, par le frottement des parois internes du ballon en caoutchouc, des poussières qui peuvent être aspirées par le malade dans les bronches et dans les poumons.

» Un autre avantage de l'appareil est son masque en métal, facile à stériliser et dont la soupape pour l'expiration, en verre très léger, assure le bon fonctionnement.

» Pour permettre de ne pas respirer l'oxygène pur, il y a dans le masque une prise d'air extérieur.

» Le courant d'oxygène étant continu, le gaz qui s'écoule pendant l'expiration du malade se perdrait; un petit sac mince, placé sur le passage le long du tube de conduite, forme un réservoir, qui permet en même temps, par sa compression et

décompression isochrone aux mouvements respiratoires, de se rendre compte, objectivement, de leur fonctionnement.

» Un *deuxième appareil* contient dans sa boîte un tube de 110^{l} d'oxygène et peut être toujours prêt à fonctionner dans les cas d'alerte asphyxique, où souvent en gagnant quelques minutes on peut sauver une vie.

» Ce même détendeur peut servir pour transporter, dans très peu d'eau, du poisson vivant, sans changer l'eau en route.

» Réglé à 30^{l} d'oxygène par heure, par exemple, un tube de 700^{l} d'oxygène doit durer pendant 24 heures. Et c'est ainsi que 20^{kg} de truites de torrent ont fait, dans 80^{l} d'eau, le voyage de Suisse à Vienne, une vingtaine d'heures de chemin de fer, et tous les poissons sont arrivés en bon état. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *État variable des muscles actifs pendant la durée d'une contraction à l'ergographe.* Note de MM. A. IMBERT et J. GAGNIÈRE, présentée par M. Marey.

« Pour inscrire cet état variable, les deux dernières phalanges du médius sont introduites dans un tube métallique de diamètre seulement suffisant et entouré lui-même d'un second tube plus large, aplati légèrement, mais avec lequel il n'a aucune liaison. Au repos, les deux tubes sont en contact du côté de la face dorsale du doigt, tandis que l'espace qui existe entre eux, du côté de la face palmaire du médius, est occupé par une poire en caoutchouc réunie à un tambour enregistreur. Le tube externe aplati est d'ailleurs relié, par deux bandes de métal, aux extrémités d'un même diamètre horizontal d'un anneau fixe qui entoure la première phalange du médius, et ce tube peut librement tourner autour de ce diamètre. On peut ainsi inscrire, non les valeurs successives de la contraction musculaire elle-même, mais celles de la composante à laquelle cette contraction donne naissance, suivant une direction normale à la face palmaire du médius.

» Nous avons étudié en particulier, au moyen de cette disposition et avec diverses vitesses du cylindre enregistreur, les modifications successives que présente le tracé de cette composante normale, d'une part, lorsque le poids soulevé en surcharge est constant et que les contractions se succèdent jusqu'à la fatigue; d'autre part, lorsque l'on fait croître progressivement le poids soulevé et que l'on n'effectue, pour chaque poids, qu'un petit nombre de contractions.

» L'étude des tracés obtenus conduit à faire les constatations suivantes :

» Pour les poids relativement faibles (2^{kg} et 3^{kg} dans le cas d'un adulte robuste) la composante normale au doigt augmente d'abord rapidement, au début d'une contraction, puis diminue pendant la période qui correspond à la seconde moitié de la ligne d'ascension du soulèvement du poids. Cette même composante normale augmente ensuite de nouveau, au moment où le poids soulevé redescend d'une certaine hauteur, fait décrire le crochet au stylet correspondant et conserve une valeur constante pendant la durée de soutien du poids. Enfin la descente du poids soulevé correspond à une diminution de la composante normale, qui cependant conserve encore une certaine intensité au moment où le poids cesse d'agir sur le doigt. Le corps soulevé est donc, au début de la contraction, lancé en haut comme un projectile, toutefois la composante normale de la contraction musculaire, bien que subissant des variations d'intensité, n'est jamais nulle.

» A mesure que les contractions se succèdent, les variations d'intensité de la composante normale, qui correspondent au crochet du tracé du soulèvement du poids, s'atténuent et, lorsque la fatigue est devenue apparente, l'intensité de la composante normale augmente progressivement, mais de moins en moins vite et sans présenter de phase de diminution, depuis le début de la contraction jusqu'au moment du soutien du poids. En outre, l'intensité que possède encore la composante normale, au moment où le poids, retombé, cesse d'exercer son action sur le doigt, augmente progressivement à mesure que les contractions se succèdent et que le muscle se fatigue, nouvelle preuve que, dans les mouvements volontaires, un muscle, bien que soumis à l'action de la force qu'il vient de vaincre, se relâche d'autant moins rapidement qu'il est plus fatigué; d'ailleurs, à partir du moment où le doigt ne supporte plus le poids soulevé, le relâchement des muscles actifs continue à se produire d'autant plus lentement que la fatigue est plus grande.

» On observe des modifications analogues dans les tracés de la composante normale lorsqu'on fait soulever des poids graduellement croissants. En particulier, la valeur que présente encore cette composante, lorsque le poids soulevé est retombé et qu'il cesse d'exercer son action sur le doigt, est d'autant plus grande que le poids est plus fort. Mais, à l'inverse de ce qui arrive lorsque les muscles se fatiguent par des contractions successives, la rapidité avec laquelle se produit le relâchement musculaire est alors d'autant plus grande que le poids soulevé est plus lourd. »

GÉOLOGIE. — *Pluie de poussière récemment observée en Islande.* Note de M. Stanislas Meunier.

« Je dois à la Direction du journal scientifique *Cosmos*, un échantillon d'une poussière tombée le 27 mai dernier, sur une large partie de l'Islande. D'après une lettre écrite de Faskrudsfjords (64°50′ lat. Nord et 13°40′ long. Ouest de Greenwich) par M. Y. Hamon, aumônier des œuvres de mer, le ciel s'est couvert, entre 6^h30^m et 7^h30^m du soir, d'un nuage rougeâtre

venant du Sud-Ouest, c'est-à-dire de la région de l'Hekla, et qui, après s'être partagé en deux portions, a laissé tomber tant de poussière que la neige qui recouvre toutes les montagnes environnantes était devenue rousse, d'une manière très accentuée.

» La matière recueillie est d'un gris foncé et d'une extrême ténuité. Examinée au microscope, et abstraction faite de très rares granules noirs et opaques, elle se montre entièrement formée de petites particules vitreuses, sans aucun mélange de minéraux cristallisés. Ces particules sont ordinairement de formes très anguleuses, et fréquemment en plaquettes prodigieusement minces. Parfois cependant elles sont arrondies en certains de leurs contours et par exemple elles rappellent parfois des filaments et des globules. Leur couleur varie avec leur épaisseur; les lames les plus ténues sont tout à fait incolores, pendant que les plus épaisses sont verdâtres ou brunâtres.

» En somme le produit rappelle très intimement la cendre qui tomba en mars 1875, en Suède et en Norvège, et dont MM. Gümbel et Zirkel ont donné une description si complète. Il s'agit, cette fois encore, d'obsidienne finement pulvérisée. Quant à la cause de la pulvérisation, elle paraît révélée par les formes des grains, et ne saurait selon moi (malgré l'avis formulé lors du phénomène précédent) être rattachée à une trempe analogue à celle qui caractérise les gouttes vitreuses explosives dites *larmes bataviques*. D'une part, on n'y voit jamais la moindre trace des phénomènes de polarisation colorée, caractéristique des verres comprimés, et d'un autre côté la manière d'être de la substance la rapproche du produit qu'on observerait certainement si l'on pouvait recueillir, dans une atmosphère suffisamment refroidie (à 100° sous zéro, par exemple), l'embrun résultant de l'explosion d'une bouteille de vin de Champagne dont le bouchon est tout à coup lancé en l'air. »

M. J. **Paloux** adresse des recherches relatives à « l'insubmersibilité des navires ».

(Renvoi à l'examen de M. Guyou.)

M. P. **Clerc** adresse des « recherches expérimentales sur la poussée des fluides ».

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, d'Arsonval.)

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 JUIN 1903.
(Suite.)

The tetrahedral principle in kite structure, by ALEXANDER GRAHAM BELL. (Extr. du *National geographic Magazine*, juin 1903.) Washington, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur l'état des enveloppes du Soleil à l'époque du dernier minimum de son activité, par M. N. DONITCH. (Extr. du *Bul. de l'Acad. imp. des Sciences de Saint-Pétersbourg,* 5e série, t. XVIII, n° 3, mars 1903.) Saint-Pétersbourg; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

M. A. RICCO adresse les quatre Opuscules suivants : *Lavori eseguiti al R. Osservatorio di Catania ed Etneo dal* 1893 *al* 1902. — *Risultati delle osservazioni meteorologiche del* 1902 *fatte nel R. Osservatorio di Catania.* — *Teleobbiettivo applicato allo spettroscopio.* — *Andamento delle latitudini eliographische delle protuberanze solari, confrontato con quello dell macchie.* 1 fasc. in-8° et 3 fasc. in-4°.

M. A. MASCARI adresse les trois Opuscules suivants : *Sulla indipendente esistenza delle facule e delle protuberanze solari.* — *Risultato delle osservazioni solari eseguite nel R. Osservatorio di Catania nell'anno* 1901. — *Sulle protuberanze solari osservate nell'anno* 1901 *al R. Osservatorio di Catania.* 3 fasc. in-4°.

Magnetical, meteorological and seismological observations made at the Government Observatory, Bombay, 1900 *and* 1901, *with an appendix.* 1 fasc. in-4°.

Leland Stanford junior University, twelft annual register 1902-1903, april 1903. San-Francisco (Californie); 1 vol. in-12.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh : vol. XL, parts 1, 2; vol. XLII. Edimbourg-Londres, 1902; 3 vol. in-4°.

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh : vol. XXIII : sessions 1899, 1900, 1901. Edimbourg, 1902; 1 vol. in-8°.

The journal of the College of Science, imperial University of Tokyo, Japan; vol. XVI, art. 15; vol. XVIII, art. 1. Tokyo, 1903; 2 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 26 janvier 1903.)

Note de M. l'abbé *J. Hamonet*, Préparation et propriétés de l'hexanediol 1.6 ou glycol hexaméthylénique :

Page 244, ligne 4 en remontant, *au lieu de* Densité à 18° : 2^{mm},5; *lire* Densité à 18° : 2,05.

(Séance du 22 juin 1903.)

Mémoire de M. *Berthelot*, Piles à deux liquides : forces électromotrices, etc. :

Page 1502, ligne 21, *après les mots* « fermé sur la pile », *ajouter* « avec une résistance métallique de 4000 ohms, ajoutée à celle x de la pile, qui est beaucoup plus petite ».

Même page, ligne 28, même addition.

Page 1503, ligne 20, *après les mots* « circuit fermé pendant le travail de la pile », *ajouter* « comprenant un voltamètre à eau acidulée et une résistance métallique de 10 000 ohms, la force, dis-je, est tombée à 0^{volt},90 ».

Page 1503, ligne 21, *au lieu de* 0^{volt},866, *lisez* 0^{volt},860.

Page 1504, ligne 24, *après* « $AzO^3H + NaOH$ », *ajouter* « avec électrodes de platine. »

Note de MM. *A. Laveran* et *F. Mesnil*, Le Nagana, le Surra et le Caderas constituent trois entités morbides distinctes :

Page 1530, dernière ligne du petit texte, au lieu de *Tr. Brucei*, lire *Tr. Evansi*.

FIN DU TOME CENT TRENTE-SIXIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1903.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXXVI.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
32910 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.